



Commission européenne

n°55 janvier 2008

research^{eu}

magazine de l'espace européen de la recherche

★ **Société de l'information**

Où en est la révolution quantique?

★ **Biologie moléculaire**

Asthme et allergies: gros plan
sur les leucotriènes

ISSN 1830-737X

météorologie

une science presque exacte

Tonnerre de Brest!

Le dossier de ce numéro aborde un thème qui influe directement sur notre quotidien: les prévisions météo et leurs outils scientifiques et techniques.

Mais avant d'être une science, la météorologie est d'abord un domaine de tradition et de culture, où les clichés ont la vie dure - «Ils se trompent tout le temps», entend-on souvent au sujet des prévisionnistes - et où les dictons perdurent, puisés dans un fond paysan, transmis de génération en génération. Nos ancêtres vivaient de ces adages pour éviter les foudres des éléments et déterminer les périodes de semailles et de récoltes. Certes, ceux-ci doivent être pris *cum grano salis*. Mais certains contiennent des éléments de vérité, comme «Pluie avant sept heures, beau temps avant treize heures», qui traduit le fait qu'une ceinture de pluie apportée par un front ne dure pas plus de six heures. Ou «Abeilles agressives et mouches qui piquent plus annoncent l'orage», souvent vérifié.

Quel temps fera-t-il demain? Dois-je prendre un parapluie ce matin? Peut-on pique-niquer après-demain? Que le grand cric me croque! Avec les paysans, ce sont les prédécesseurs maritimes du Capitaine Haddock qui ont très rapidement accumulé les observations météorologiques et les règles empiriques. Aujourd'hui, les pays européens disposent d'un réseau de prévisions météo d'un très haut degré de sophistication scientifique et technique qui a permis d'engranger des progrès notables au cours des dernières années. En grande partie grâce aux progrès des modèles utilisés. Des événements météo comme la fameuse tempête de 1953 qui a frappé les Pays-Bas et l'Angleterre par surprise seraient annoncés plusieurs jours à l'avance aujourd'hui!

Des dictons à la science des systèmes chaotiques: ce dossier nous rappelle que les approches multidisciplinaires sont à même de percer les mystères les plus complexes, mille sabords!



Michel Claessens
Rédacteur en chef

Les opinions présentées dans cet éditorial, de même que dans les articles de ce numéro, n'engagent pas la Commission européenne.

Demande d'abonnement à la version imprimée de research*eu

Vous pouvez vous abonner gratuitement au magazine via le site web
<http://ec.europa.eu/research/research-eu>

Vous pouvez aussi remplir ce coupon en caractères d'imprimerie et le renvoyer à l'adresse suivante:

research*eu
ML DG1201
Boîte postale 2201
L-1022 Luxembourg

Nom :

Organisation :

Adresse :

Code postal : Ville :

Pays :

Version(s) linguistique(s) souhaitée(s) :

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| ☐ française | ☐ anglaise |
| ☐ allemande | ☐ espagnole |

Si vous souhaitez recevoir plusieurs exemplaires d'une même version linguistique, veuillez adresser votre demande, avec votre adresse complète et une courte justification

- par courriel
research-eu@ec.europa.eu
- par fax (+32-2-295 82 20).

Pour obtenir un ou des exemplaires de numéros antérieurs, veuillez envoyer un message par courriel ou par fax.

research*eu

Rédacteur en chef
Michel Claessens

Relecteurs versions linguistiques
Julia Acevedo (ES), Stephen Gosden (EN),
Régine Prunzel (DE)

Coordination générale
Jean-Pierre Geets, Charlotte Lemaitre

Coordination rédactionnelle
Didier Buysse, Jean-Pierre Geets

Journalistes
Delphine d'Hoop, Stéphane Fay,
Carlotta Franzoni, Matthieu Lethé,
François Rebufat, Christine Rugemer,
Julie Van Rossom, Alexandre Wajnberg

Traductions
Andrea Broom (EN), Martin Clissold (EN),
Silvia Ebert (DE), Michael Lomax (EN),
Consuelo Manzano (ES)

Graphisme
Gérald Alary (chef de projet),
François Xavier Pihen (mise en page),
Yaël Rouach (coordination et suivi
de production), Daniel Wautier (correction
des épreuves)

Recherche d'illustrations
Christine Rugemer

Dessins
Gregorie Desmons

Version Web
Charlotte Lemaitre, Dominique Carlier

En couverture
© Shutterstock

Impression
Enschedé/Van Muysewinkel, Bruxelles

Production générale
PubliResearch

Ce numéro a été tiré à 126 000 exemplaires. Toutes les éditions de research*eu sont consultables en ligne sur le site Web de la DG Recherche :
<http://ec.europa.eu/research/research-eu>

Éditeur responsable:
Michel Claessens
Tél.: +32 2 295 99 71
Fax: +32 2 295 82 20
Courriel: research-eu@ec.europa.eu

© Communautés européennes, 2008
Reproduction autorisée,
moyennant mention de la source

Ni la Commission européenne ni aucune personne agissant au nom de la Commission ne sont responsables de l'usage qui pourrait être fait des informations contenues dans cette publication ou des erreurs éventuelles qui, malgré le soin apporté à la préparation des textes, pourraient y subsister.

4 En bref

L'air du temps

DOSSIER Météorologie

Physique atmosphérique

8 D'où nous viennent la pluie et le beau temps ?

La météo est-elle si prévisible? Rapide coup d'œil sur les principes thermodynamiques régissant notre atmosphère.

Modèles prévisionnels

11 Reading: l'impossible équation météo

Gros plan sur l'*ECMWF*, centre névralgique de l'observation météorologique mondiale. Ses modèles et prévisions de pointe alimentent la plupart des centres météo nationaux européens.

Alerte

14 Quand le ciel nous tombe sur la tête

Crues-éclair, tempêtes violentes, canicules prolongées... Pour mieux anticiper ces mécanismes naturels dévastateurs, des programmes de recherche comme *Flash* ou *Cops* concentrent leurs efforts sur une mission essentielle: donner l'alerte.

Espace européen de la recherche

17 Une realpolitik pour la mobilité

Qu'en est-il de la préférence nationale dans la carrière transfrontière d'un scientifique? Dans ce labyrinthe administratif, le Livre vert de la Commission sur l'EER ouvre de nouvelles pistes.

20 En bref

Actualités européennes.

Aéronautique

**24 Le silence au bout des ailes**

Le trafic aérien augmente mais le bruit des avions diminue. Coup de projecteur sur le succès de *Silence (R)*, le plus grand projet européen sur les nuisances sonores de l'aviation.

Sciences sociales

27 Les sens du travail

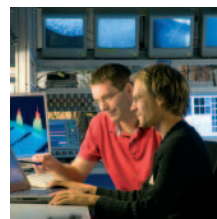
Les relations intergénérationnelles dans le monde du travail portent à réflexion. Le projet européen *SPReW* fait le point sur les valeurs d'une vie active en pleine mutation.

Biologie moléculaire

**29 Asthme et allergies: gros plan sur les leucotriènes**

Les deux projets européens *Eicosanox* et *E-Mep* ont su dresser le portrait du LTC₄ synthase, une enzyme charnière qui permettrait de déjouer le mécanisme complexe de certaines allergies, notamment l'asthme.

Société de l'information

**32 Où en est la révolution quantique?**

À l'aube d'un nouvel âge révolutionnaire de la société de l'information, la création de supercalculateurs et de réseaux de communication devient envisageable grâce à la physique quantique. Explications.

34 Une autre physique de l'Univers

Rencontre avec le théoricien tchèque Jozef Gruska qui s'intéresse notamment à la convergence de la physique quantique et des sciences du traitement de l'information.

Astronomie

**36 L'enjeu des étoiles**

Le point sur l'excellence européenne en astronomie avec le rapport «*A Science Vision for European Astronomy*» du groupe de réflexion *Astronet*.

Portrait

38 Un physicien dans le «star system»

Comment allier la rock attitude et la passion pour la physique des particules? La réponse en détail avec Brian Cox, chercheur au *LHC* et «chasseur» du boson de Higgs.

40 En bref

La science à portée de main, Coin pédagogique, Publications, Jeunes chercheurs, Opinion.

Image de science

44 Nanospirale

Lignes de champs magnétiques dans des nanoparticules de FeNi (Fer et Nickel).

L'AIR DU TEMPS

Excellence mathématique africaine

Les brillants chercheurs à la motivation débordante ne font pas défaut en Afrique. Toutefois, en matière de sciences, le continent manque cruellement de ressources et, surtout, de profils d'excellence. Pas moins de 90 % des doctorants en mathématiques africains ayant obtenu leur diplôme à l'étranger ne reviennent jamais au pays. Mais de nouvelles initiatives se mettent peu à peu en place et augurent d'un futur prometteur. Voilà déjà quatre ans que l'*Institut Africain des Sciences Mathématiques (IAMS)* s'est installé à Muizenberg, petite ville proche du Cap en Afrique du Sud. Fruit d'un partenariat entre universités européennes et sud-africaines, il propose un concept de post graduat en mathématiques unique tant il innove. Professeurs et étudiants y partagent le même toit tout au long d'un cursus de 9 mois et soudent des liens solides autour de leur passion commune. Chaque année, une cinquantaine d'étudiants, issus des quatre coins de l'Afrique, subissent une sélection rigoureuse afin d'avoir la chance d'y participer. L'édition d'octobre 2007 du magazine *Nature Materials* rend hommage à ce représentant de l'excellence scientifique africaine naissante qu'est l'IAMS. À lire...

.....
 www.nature.com/nmat/



Maigre sursis pour les glaciers

Dans le *research*eu* n° 53, nous vous annonçons que les glaciers de haute altitude ne fondaient pas encore sous l'effet du réchauffement climatique. Mauvaise nouvelle: de nouveaux résultats, publiés récemment par les mêmes chercheurs du *Centre national de la recherche scientifique (CNRS)* français, viennent apposer un bémol à cette conclusion. En effet, après avoir mesuré le taux d'accumulation des neiges sur le Dôme du Goûter (FR), les glaciologues se sont concentrés sur des données récoltées entre 1994 et 2005 par des capteurs de température placés le long de trous de forage percés à quelque 140 mètres dans les flancs du glacier. Une augmentation de la température de 1°C à 1,5°C sur les 60 premiers mètres de glace a ainsi pu être constatée. Une modélisation physique de la diffusion de la chaleur montre

que ce réchauffement de la glace est non seulement causé par le réchauffement global mais aussi par la chaleur induite par le regel en profondeur de la neige fondant à la surface du glacier. L'extrapolation de ces résultats en vue d'obtenir une simulation du

Le Mont Blanc et le Dôme du Goûter (FR) commencent à préoccuper les chercheurs du laboratoire de glaciologie du CNRS.

comportement futur des glaciers de haute altitude, situés entre 3500 et 4250 mètres d'altitude, indique que ces glaciers «froids» pourraient progressivement devenir «tempérés», avec une température de profondeur de 0°C, contre 0 à -11°C actuellement.

.....
*research*eu*, n° 53, septembre 2007

La Chine lance son premier satellite lunaire...

Le 7 novembre 2007 restera dans les annales de la conquête spatiale chinoise. À 8h35, son premier satellite lunaire, *Chang'e-I*, est entré sans encombre en orbite circulaire polaire de 127 minutes. Lancé le 24 octobre à bord d'une fusée porteuse *Longue Marche 3A* depuis le centre de lancement

de Xichang, dans le sud-ouest de la Chine, *Chang'e-I* a achevé avec succès son vol de 1 580 000 km vers la Lune. La mise en orbite du satellite s'est déroulée avec une telle précision que les experts chinois affirment avoir économisé assez de carburant pour prolonger d'environ un an l'expédition de *Chang'e-I*. Quatre objectifs jalonnent cette première mission chinoise sur la Lune: une étude en trois dimensions de la surface de la Lune, une analyse de la quantité et de la répartition des éléments sur la surface lunaire, une investigation des caractéristiques du régolithe lunaire et de la couche de sol poudreux en surface, et une exploration de l'espace entre la Terre et la Lune.

.....



...et le Japon progresse

Périlleux voyage que celui de la sonde lunaire *Kaguya/Selene*. Cet engin japonais, lancé le 14 septembre, a achevé avec succès la première partie de sa mission. La sonde est composée de trois engins, un satellite principal et deux satellites secondaires. Délicatement largués les 9 et 12 octobre, ces derniers sont arrivés en orbite sans aucun pépin. La sonde principale, quant à elle, est parvenue à destination comme prévu le 21 octobre, laissant les scientifiques japonais pousser un «ouf» de soulagement.

Qualifié de plus ambitieux programme lunaire depuis *Apollo*, la mission de *Kaguya/Selene* vise à mieux comprendre l'origine et l'évolution de la Lune ainsi qu'à récolter un maximum de données susceptibles d'être utiles lors de futures explorations. Avec le lancement du satellite lunaire indien *Chandrayaan-1* prévu pour avril 2008, les mises en orbite de *Kaguya/Selene* et de *Chang'e-1* marquent le début de la conquête spatiale asiatique... et surtout d'une très prometteuse collecte d'informations fraîches pour les scientifiques de tous bords.

.....
 www.jaxa.jp

Dauphins portés disparus

Étudié depuis 13 ans par les chercheurs d'un programme de conservation de la faune atlantique (le *BDRP – Biscay Dolphin Research Program*), le Golfe de Gascogne regorge d'une vingtaine d'espèces de baleines et de dauphins ainsi que de plus de 100 000 animaux marins. Pourtant, depuis les mois de juin et juillet derniers, des chercheurs affiliés à l'organisation britannique *Marinelife* ont observé une diminution de 80 % de trois espèces de dauphins: le dauphin

commun, le dauphin bleu et blanc et le grand dauphin. Une baisse du nombre d'oiseaux marins a aussi été remarquée depuis le printemps de la même année. Ces «disparitions» subites et alarmantes pourraient être dues à la pénurie croissante des stocks de poisson causée par la surpêche, ce qui empêche dauphins et oiseaux de se nourrir. Une autre cause possible serait l'utilisation des chaluts de pêche, qui entraînent involontairement les dauphins dans leurs mailles.

.....
 www.marine-life.org.uk

Capucins grévistes

Les primates possèdent-ils une notion d'équité? Lorsqu'ils effectuent une tâche et que l'un de leur compagnon se voit gratifier d'une meilleure récompense que celle qu'ils ont reçue pour un effort identique, les capucins refusent d'obtempérer, allant jusqu'à balancer la moins bonne récompense, en l'occurrence des concombres, à la face même des chercheurs! L'équipe de scientifiques du *Yerkes National Primate Research Center* d'Atlanta (USA) responsable de cette découverte avait déjà mis en évidence cette caractéristique en



Primates étudiés au *Yerkes National Primate Research Center*.

2003. Mais l'incertitude subsistait quant à la cause exacte de la rébellion capucine. Leur réaction aurait, en effet, pu être induite par le fait d'être conscient qu'une récompense plus juteuse était disponible. Mais ces nouvelles expériences le prouvent: les capucins ne s'insurgent pas si leurs compagnons sont gratifiés de manière identique pour une tâche similaire. Ces résultats pourraient mettre en évidence l'origine évolutive de notre propre perception de l'injustice.

.....
 www.yerkes.emory.edu

On a trouvé les trous noirs!

En étudiant les images de plus de mille galaxies lointaines, les astronomes ont découvert les nombreux trous noirs que les théories prédisent depuis des années, mais que personne n'a jamais observés. Situés au centre des galaxies, les trous noirs supermassifs (ou quasars pour les plus énergétiques) sont entourés par un anneau de gaz et de

poussière. Celui-ci peut absorber les rayons X émis par le gaz aspiré dans le trou noir, normalement détectables depuis la Terre, et masquer sa présence. L'équipe d'astrophysiciens d'Emanuelle Daddi, du CEA – Commissariat à l'Énergie Atomique (FR) – a superposé les images infrarouges de *Spitzer* et celles en rayons X de *Chandra*, deux satellites de la NASA. En révélant un faible rayonnement X, elles indiquent la présence de trous noirs massifs au cœur d'au moins 20 % des galaxies éloignées de 9 à 11 milliards années-lumière. Cette découverte permet de mieux comprendre la formation des galaxies lointaines: l'Univers aurait formé dès son plus jeune âge des centaines de millions de trous noirs massifs. Aussi, les collisions entre galaxies, auparavant considérées comme le mécanisme déclencheur des phases d'activité des quasars, ne joueraient pas un rôle aussi crucial dans la formation des jeunes galaxies. Un grand nombre d'entre elles, entrées ou non en collision, hébergent en fait un quasar.

.....
 [www.cea.fr](http://www cea.fr)

Image composite en couleurs de la Galaxie NGS 1097 avec, au centre de l'anneau une source brillante et son gigantesque trou noir.





Une science p

Branche de la physique, science incontestable de la Terre, la météorologie n'en demeure pas moins une discipline périlleuse. Prévoir ce qui change, ordonner le chaos, résoudre des équations incalculables: c'est tout l'art du météorologue. Depuis quelques années, il doit néanmoins composer avec un public de plus en plus exigeant, qui lui demande des prévisions météo très précises, mais reste infiniment sceptique – «ils se «plantent» à chaque fois!». Face à cela, le météorologue doit constamment trouver un juste équilibre: parler de ce dont il est sûr, et s'arrêter, au risque de paraître imprécis, quand naît l'incertitude. Ajoutez encore l'obligation d'annoncer, autant que faire se peut, les événements extrêmes liés à la météo, sans pour autant alarmer la population au moindre coup de vent... C'est la crédibilité de la profession qui est continuellement en jeu. Le météorologue peut toutefois compter sur les évolutions scientifiques. En une cinquantaine d'années, l'informatique et l'avènement des satellites lui ont permis d'avancer à pas de géant. Mais aujourd'hui, il reste encore des zones d'ombre, des méconnaissances du fonctionnement du système atmosphérique, des obstacles théoriques, des lacunes logistiques pour que le calcul des prévisions soit exact. Dans les laboratoires du monde entier autant que sur le terrain, la recherche scientifique s'applique à ce que la discipline tende vers la perfection... En ce domaine, l'Europe joue un rôle prépondérant. Évocation dans ce dossier.

resque exacte





D'où nous viennent la pl

Les bulletins météo diffusés aujourd'hui dans les médias abondent de pictogrammes évocateurs. En une fraction de seconde, le spectateur peut se faire une idée précise du temps qu'il fera demain ou après-demain. Mais a-t-il seulement compris pourquoi la météo évoluera de cette manière? Rien n'est moins sûr. Rapide coup d'œil sur le fonctionnement de notre atmosphère.

Selon un phénomène bien connu de tous, observable quand on ouvre une fenêtre sur l'extérieur en plein hiver, l'air froid s'engouffre dans les zones d'air chaud. Il s'agit d'un principe thermodynamique essentiel à partir duquel les météorologues sont en mesure de comprendre, d'expliquer et de prévoir le temps qu'il fait et qu'il fera. L'air chaud se soulève naturellement en raison de sa légèreté, laissant ainsi la place à l'air froid qui, plus dense, reste en surface et s'étale dans l'espace laissé vacant.

À l'échelle planétaire, toute la circulation atmosphérique est régie par ce principe de base. Les grandes masses d'air présentes autour du globe, chacune caractérisée par un niveau homogène de température et d'humidité, se déplacent et s'affrontent en raison de leur différence de densité (et donc de pression).

Les forces en jeu

Sur le continent européen, le climat est influencé par cinq grandes masses d'air: arctique, polaire maritime, polaire continentale, tropicale maritime et tropicale continentale. Ces masses d'air sont en perpétuel mouvement, une dynamique commandée pour l'essentiel



par deux forces: la force du gradient de pression et la force de Coriolis. La force du gradient de pression est celle dont nous avons déjà parlé: elle résulte des différences de pression entre deux points, et pousse les masses d'air à adopter un mouvement dirigé de la haute pression vers la basse pression. Cette force est le point de départ du mouvement des masses d'air. Sans elle, l'atmosphère serait probablement immobile, sans une once de vent. Quant à la force de Coriolis, engendrée par le mouvement de rotation de la Terre, elle pousse les fluides en mouvement vers la droite de leur

mouvement initial dans l'hémisphère nord, et vers la gauche dans l'hémisphère sud. C'est cette force de Coriolis qui donne l'aspect tourbillonnaire aux dépressions que l'on repère très facilement sur les images satellites.

En combinant ces forces, on obtient une esquisse du mouvement des masses d'air dans l'hémisphère nord: elles tournent dans le sens des aiguilles d'une montre autour des zones de haute pression, et dans le sens inverse autour des zones de basse pression.

À une même altitude, deux masses d'air distinctes ont nécessairement des niveaux de pression distincts, et lorsqu'elles s'affrontent, d'inévitables mouvements dus aux forces en jeu se créent entre elles. On voit alors apparaître des fronts météorologiques. On parle de front «froid» quand une masse d'air froid vient à la rencontre d'une masse d'air chaud. Suivant les principes de thermodynamique, l'air froid se glisse alors sous l'air chaud, ce dernier se soulevant en altitude. À l'inverse, on parle de front «chaud», quand une masse d'air chaud se déplace vers une masse d'air froid et se superpose à cette dernière. Dans un cas comme dans l'autre, les fronts sont à l'origine des dépressions. Ces dépressions frontales sont souvent synonymes de perturbations de la météo dans la zone concernée.

Périple d'une particule d'air

En effet, dans une dépression, l'air chaud à la surface terrestre entame un mouvement d'ascendance et se refroidit du même coup, sous l'effet de la transformation adiabatique. Ce processus de variation thermique au nom peu engageant est dû aux seules variations de pression de l'air: à l'image du gaz comprimé que l'on laisse s'échapper d'une bonbonne, l'air en ascendance se détend et se refroidit. Inversement, lorsque l'air redescend, il se comprime sous l'effet de la pression atmosphérique et se réchauffe, de la même manière que l'air que l'on pousse dans un pneu en le gonflant. Ces changements adiabatiques, qui surviennent sans échange de chaleur avec l'environnement,

uie et le beau temps?

induisent une variation de température de l'ordre de 1°C par 100 mètres d'altitude.

Mais au fur et à mesure qu'il se refroidit en s'élevant en altitude, l'air perd peu à peu sa capacité à stocker de la vapeur d'eau. En effet, si toute particule d'air⁽¹⁾ contient de la vapeur d'eau, la masse maximale de vapeur admise varie selon sa température. Si cette masse est atteinte, la particule d'air est saturée, et la vapeur d'eau se condense alors en minuscules gouttelettes, autour de noyaux de condensation – des particules solides en suspension dans l'air –, formant les nuages. Ainsi, pour une particule d'air sec à 25°C, la saturation est atteinte à 27,4 g de vapeur par kilo d'air. Mais à 15°C, la saturation est déjà atteinte avec 14,8 g. On comprend donc qu'en se refroidissant, au sein d'une dépression, dans sa phase d'ascendance, la capacité de l'air à stocker de la vapeur d'eau diminue, et le surplus de vapeur se condense en formant des nuages. Tôt ou tard, lorsque, suite à des processus microscopiques complexes, les gouttelettes contenues dans les nuages atteignent une certaine taille, des précipitations se forment.

Si l'on continue de suivre le parcours des particules d'air après leur ascension au cœur de la dépression, on constate qu'en altitude, elles prennent de l'expansion. Elles s'étendent alors horizontalement et rejoignent les sommets de zones de haute pression, dites aussi anticyclone. Là, ces particules d'air devenues froides et denses redescendent, et subissent l'effet de réchauffement de la compression adiabatique. Si bien que, près de la surface terrestre, les particules d'air sont réchauffées et légères. Sous la pression des masses d'air encore froides qui descendent, elles migrent alors horizontalement vers les zones de basse pression, et reprennent leur parcours ascendant au sein de la dépression.

Le temps lié aux situations anticycloniques est généralement sec et beau. En effet, l'air qui se réchauffe peut contenir de plus en plus de vapeur d'eau, si bien que, sauf conditions extrêmes, les nuages ne peuvent s'y créer.

L'incroyable fragilité des prévisions

Ayant acquis ces connaissances depuis près d'un siècle, les météorologues sont en mesure de donner des prévisions plus ou moins affinées du temps. En effet, si l'on prend connaissance des paramètres d'humidité, de température et de pression de nombreuses particules d'air contigües⁽²⁾, on peut leur appliquer les lois de la thermodynamique et de la mécanique des fluides, et calculer le temps qu'il fera en un endroit déterminé lorsque les particules d'air analysées auront atteint cet endroit. C'est précisément ce que font quotidiennement les météorologues et leurs ordinateurs.

Mais les choses, bien entendu, ne sont pas aussi simples. Car au sein d'une particule d'air, quelle que soit l'échelle de découpage choisie, les paramètres ne sont jamais totalement uniformes. Il y a donc là une source d'erreur non négligeable, et toujours présente, étant donné qu'il est matériellement impossible d'analyser en chaque instant les paramètres de chaque molécule atmosphérique, et ce tout autour de la planète.

Cette difficulté prend une toute autre ampleur lorsque l'on sait que l'atmosphère terrestre est chaotique, au sens mathématique du terme. Cela signifie qu'une minuscule variation des conditions initiales de calcul peut produire, au final, des situations très variables. Si l'analyse d'une particule d'air est biaisée, cela peut donc fausser toute la prévision. C'est Edward Lorenz, un météorologue américain, qui mit en évidence, en 1963, le chaos atmosphérique, laissant entendre qu'un battement d'ailes de papillon au Brésil pouvait, par le déplacement d'air qu'il provoque, engendrer une tornade au Texas... En d'autres termes et pour simplifier à l'extrême, prévoir la tornade au Texas obligerait à observer ce battement d'ailes!

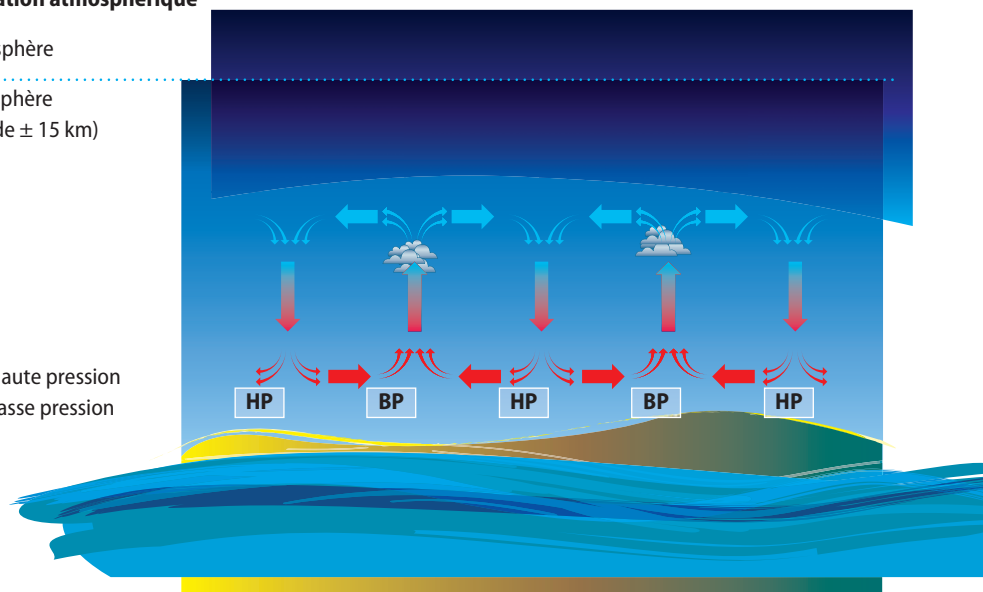
La récolte des données, pièce maîtresse de la prévision

C'est dire l'importance que prend l'étape d'observation des situations initiales aux yeux des prévisionnistes. Car à une information de base biaisée correspond une prévision qui peut s'écarter significativement de la ●●●

Circulation atmosphérique

Stratosphère
Troposphère
(altitude ± 15 km)

HP = Haute pression
BP = Basse pression





© Météo-France

●●● réalité pour des échéances éloignées. À cet égard, la météorologie n'a cessé de progresser. À l'origine, les outils utilisés pour mesurer l'état de l'atmosphère étaient, dans des versions simplifiées, ceux que l'on utilise encore aujourd'hui dans les quelque 12 000 stations météo au sol: le thermomètre pour la température, le pluviomètre pour les précipitations, la girouette et l'anémomètre pour la direction et la vitesse du vent, le baromètre pour la pression, l'hygromètre pour l'humidité, le luxmètre pour l'intensité du rayonnement solaire.

À ces 12 000 stations terrestres, il faut encore ajouter environ 800 stations océaniques, intégrées sur des bouées fixes ou dérivantes. Mais ces stations ont l'inconvénient de ne prendre les mesures qu'à quelques mètres du sol tout au plus. Pour contourner ce problème, les météorologues ont inventé le ballon-sonde, sorte de station météo suspendue à un ballon s'élevant dans les airs et voltigeant au gré du vent. Munie d'un émetteur radio et d'un GPS, la station envoie, toutes les dix secondes, les informations en temps réel, tant sur l'état de son environnement que sur sa localisation. Quant au ballon, généralement gonflé à l'hydrogène, il s'élève à une vitesse proche de 5 mètres seconde et finit toujours par éclater, vers 30 000 mètres d'altitude, à cause de la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur. La sonde a alors fini son travail et retombe au sol, sa chute étant amortie par un petit parachute embarqué.

Gros point faible de la prévision météo: les précipitations. Même si ce n'est pas encore suffisant (voir pages 14-16), les radars météorologiques ont permis de belles avancées. À intervalles réguliers, toutes les 5 à 10 minutes, ils envoient des ondes électromagnétiques qui, lorsqu'elles rencontrent des précipitations, sont réfléchies avec une intensité variable, proportionnelle à la taille et à l'intensité de ces précipitations. En fonction de l'onde de retour, le prévisionniste peut donc visualiser le type des précipitations, leur position géographique, et la direction dans laquelle elles se déplacent.

Un pas de géant pour la météo

L'avancée la plus importante pour la météorologie a sans nul doute été permise grâce à l'avènement des satellites, dans la seconde moitié du 20^{ème} siècle. Géostationnaires – à 35 800 km d'altitude, ils survolent perpétuellement le même endroit – ou à défilement – à environ 1000 km d'altitude, ils défilent autour de la planète et filment des bandes de quelques milliers de kilomètres de large –, ces satellites permettent de percevoir le système atmosphérique dans son ensemble. À leur bord des radiomètres et des interféromètres sondent, à la manière des radars, les différentes couches de l'atmosphère jusqu'à la surface terrestre, et ce dans le spectre visible – pour observer la position des nuages –, le spectre infrarouge – pour observer les températures – et le spectre «vapeur d'eau» – pour observer le contenu en humidité de l'air.

Parc à instruments de Météo-France.

L'Union européenne, via l'agence *Eumetsat*, se profile à la pointe de la veille météorologique satellitaire. En 1977, elle lançait son premier satellite, *Meteosat 1*. Aujourd'hui, le programme en est à *Meteosat 9*, dont la mission a débuté en 2005 et devrait s'achever en 2014. En 2006, le premier satellite européen à défilement, *MetOp-A*, fut lancé de la base de Baïkonour. Deux autres devraient suivre dans les huit années à venir. Ensemble, ces satellites météorologiques contribuent au système mondial d'observation de l'atmosphère mis en place par l'*Organisation météorologique mondiale*.

Dans la mesure où l'atmosphère ne connaît pas de frontières, cette coopération internationale à l'échelle planétaire s'avère plus que jamais nécessaire afin de comprendre les enjeux météorologiques et, plus largement, climatiques.

●
Matthieu Lethé

(1) Une particule d'air est une portion volumique plus ou moins restreinte de l'atmosphère au sein de laquelle les paramètres de température, de pression et d'humidité sont considérés comme homogènes.

(2) Les météorologues considèrent que l'atmosphère est parcellisée, dans ses trois dimensions, en une multitude de «boîtes». Selon l'affinage de la prévision que l'on veut obtenir, ces boîtes sont plus ou moins grandes, variant de quelques kilomètres à plusieurs centaines de kilomètres de côté, et de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres de hauteur.

Reading: l'impossible équation météo

Le centre météo sans doute le plus important et le moins connu du public se trouve à Reading, à l'ouest de Londres. C'est sur ses modèles et ses prévisions que se basent la plupart des organismes météo nationaux européens. Une collaboration d'excellence qui attire les meilleurs scientifiques et météorologistes d'Europe.

Pas de pause, ni de week-end, pour ces 220 chercheurs et informaticiens: leurs machines tournent jour et nuit, comme la météo. Le *Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme* (en anglais *ECMWF*) est une véritable ruche... très calme! Chaque jour y arrivent 160 millions de données d'observation météo du monde entier. Elles y sont traitées

par l'un des plus puissants centres de calcul européens qui, deux fois par jour, produit des centaines de cartes de prévisions météo pour les 15 jours à venir.

L'ECMWF vit le jour en 1975 et n'a cessé de se développer. Financé par une trentaine d'États, il collabore aussi avec des organisations internationales comme l'*Organisation européenne pour l'exploitation de satellites météorologiques (EUMETSAT)* ou l'*Agence spatiale européenne (ESA)*. Si cet organisme – indépendant – est peu

connu, c'est parce qu'il ne traite pas directement avec les usagers mais uniquement avec les centres nationaux de prévisions météorologiques ou les sociétés privées fournissant des services météorologiques.

Parmi ses nombreuses missions, citons les recherches sur le climat et son évolution, l'archivage général des données météo, et bien sûr les prévisions à moyen terme – celles qui vont de deux jours à deux semaines – à l'échelle de la Terre. L'ECMWF en est devenu le leader mondial, tandis que les météo nationales prennent en charge les prévisions locales et à court terme.

Les prévisions à moyen terme

«Toute l'atmosphère terrestre est prise en compte et modélisée», explique Dominique Marbouty, le directeur du centre. «L'idée est de simuler sur ordinateur son évolution. On part de son état à un moment donné, et en appliquant les lois de la mécanique et de la thermodynamique, on aboutit à un système d'équations, insolubles, dont il faut chercher les solutions approchées. D'où le recours aux ordinateurs et calculateurs.»

La metops (meteo operations) room, centre névralgique où sont affichées deux fois par jour les cartes du modèle probabiliste.





Dominique Marbouty,
directeur de l'ECMWF.



Philippe Bougeault,
directeur des
recherches à l'ECMWF.

● ● ● Cette vision globale suppose l'accès aux observations météorologiques de la planète entière: température, pression atmosphérique, vitesse et direction des vents, hygrométrie, nuages, pluies, neiges. Ces mesures sont prises au sol, ou récoltées au moyen de ballons-sondes, de balises dérivantes, à bord de bateaux et d'avions, et transmises à Reading par les centres nationaux. Les organismes comme EUMETSAT, l'ESA, la NASA, etc. fournissent les données issues de satellites, qui décrivent précisément les profils verticaux de température et d'humidité, ainsi que la position et la nature des nuages. «Notre centre a été le premier à développer un système d'assimilation des données qui permet d'utiliser largement les données satellitaires», poursuit Dominique Marbouty. «Ce choix scientifique difficile à l'époque, vu l'énorme investissement, s'est révélé payant, et la plupart des centres nationaux ont suivi le mouvement.»

Un modèle de l'atmosphère

Des 160 millions de données quotidiennes, on en extrait six millions, les plus pertinentes et les mieux réparties à la surface du globe, qui décriront l'état de l'atmosphère. Il s'agit de la «représenter» le plus fidèlement possible. À cette fin, un maillage de la surface terrestre a été établi, aux nœuds duquel les observations sont attachées. Ceci sur 91 niveaux en altitude,

ce qui donne une idée de la complexité du système. Plus les points de la grille sont proches, plus la description de l'état de l'atmosphère sera fine et précise. Actuellement ces points sont espacés de 25 km, ce qui en fait beaucoup à l'échelle planétaire, mais très peu pour de petits pays comme la Belgique ou le Luxembourg, décrits par quelques points seulement. Raison pour laquelle les modèles à haute résolution des instituts nationaux ont toute leur raison d'être: leurs grilles sont beaucoup plus fines et leurs prévisions nationales à court terme dès lors plus fiables et plus précises. Ils peuvent mieux simuler, donc prévoir, des orages et autres événements météorologiques ayant des impacts locaux.

Ainsi, tant dans l'espace que dans le temps, les domaines couverts par l'ECMWF et les instituts nationaux sont complémentaires: les prévisions issues de Reading forment le cadre général de l'atmosphère terrestre, les conditions aux limites, qui permettent aux institutions nationales de «caler» leurs propres prévisions locales, à petite échelle, et à court terme.

Deux grands outils de prévision

Deux fois par jour, l'ECMWF publie l'état actuel de l'atmosphère, et son évolution hypothétique, jusqu'à l'horizon de quinze jours – il y a une vingtaine d'années, il n'était que d'une semaine! Grande originalité de l'ECMWF, ses prévisions sont assorties d'un coefficient de fiabilité, ceci grâce à deux approches complémentaires: l'une selon le modèle «déterministe» et l'autre selon le modèle «probabiliste».

Le modèle déterministe est le modèle classique: à partir des données filtrées, les ordinateurs dérivent l'état actuel de l'atmosphère. Déjà utile! Il suffit de penser aux trajets aériens, où un ouragan situé à 300 km sera atteint par un avion de ligne en 25 minutes. Mais surtout nécessaire pour les prévisions, puisqu'il faut bien partir d'un état initial. Mathématiquement, les paramètres de l'état actuel forment les conditions initiales pour la résolution des systèmes d'équations décrivant l'évolution de l'atmosphère. Sont ainsi produits les états anticipés à un, deux, trois, jusqu'à quinze jours d'avance.

La fiabilité de ces prévisions décroît avec le nombre de jours d'anticipation, mais certaines prévisions sont plus «sûres» que d'autres (par exemple, un grand beau temps face à une

atmosphère très instable). Et la quantification de ces probabilités – quelles sont les chances que ce qui est annoncé se passe réellement – est obtenue avec le modèle probabiliste.

Le modèle probabiliste

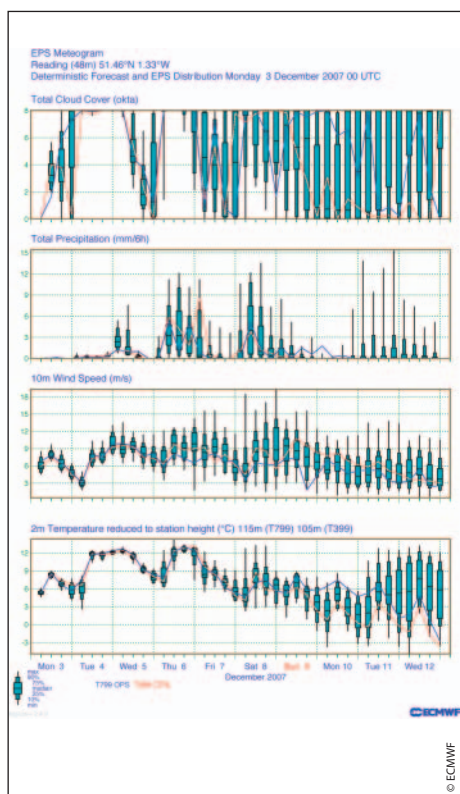
L'idée est la suivante: comme les systèmes d'équations du temps sont sensibles aux conditions initiales – l'atmosphère est un système chaotique – et qu'il y a une relative imprécision sur les données, les prévisionnistes font varier ces dernières et produisent 50 variantes de l'état initial de l'atmosphère, légèrement différentes les unes des autres, qu'ils introduisent dans les systèmes d'équations calculés simultanément. Elles conduisent à 50 prévisions différentes dont la comparaison est très parlante: lorsque les résultats se recoupent (à x jours et pour telle région), la fiabilité des prévisions est élevée. Si, au contraire, les prévisions se contredisent ou varient beaucoup, la fiabilité est plus faible.

Et cette comparaison fournit les limites extrêmes entre lesquelles certains paramètres anticipés s'inscriront (températures, vents, pressions...). Ainsi le modèle probabiliste permet-il d'exclure certains états du temps, à x jours. Par exemple que la vitesse du vent de tempête n'excèdera pas telle valeur limite. Ce genre d'information est très utile pour de nombreuses applications, dans les transports, l'agriculture, l'industrie... Si une chaudière doit être réparée, peu importe finalement que le minimum de température attendu varie entre 5° et 11°... si l'on est certain qu'il ne gèlera pas!

Les recherches scientifiques météorologiques

Comme l'explique Philippe Bougeault, directeur des recherches, «les grosses incertitudes viennent du fait qu'on ne connaît pas précisément les équations de l'atmosphère et la physique des modèles. On cherche donc à améliorer les modèles numériques, notamment par une meilleure connaissance des nuages et de leurs effets sur le temps, et par une meilleure représentation du rayonnement.»

L'affinement du maillage joue un rôle important: «Notre objectif est d'augmenter la résolution spatiale de 60% tous les cinq ans. Donc d'ici 2015, la taille des mailles descendra à 10 km de côté, sur 91 niveaux d'altitude!



Prévisions pour la région de Reading, publiées le 3 décembre 2007. Elles donnent les fourchettes de l'évolution anticipée de la couverture nuageuse, des précipitations, de la vitesse du vent et de la température, jusqu'à l'horizon de 10 jours, par pas de 6 heures. Chaque barre résulte d'une modélisation probabiliste de 50 prévisions avec perturbation des conditions initiales. Plus on s'éloigne du court terme, plus les barres s'allongent, puisque l'incertitude des prévisions augmente.

Ceci suppose des méthodes de calcul plus rapides et une augmentation considérable de la puissance informatique. L'optimisation algorithmique des modèles de prévision est vraiment une spécificité de l'ECMWF.

Développement en cours: le projet non hydrostatique. «Il s'agira de mieux prendre en compte les vitesses ascensionnelles locales variables des masses d'air chaud, notamment au sein des gros nuages. Actuellement, on néglige les accélérations verticales pour simplifier les systèmes d'équations.»

Enfin, toujours pour serrer au plus près la réalité, la tendance actuelle est d'introduire de nouveaux paramètres dans les modèles atmosphériques. Par exemple, les scientifiques sont

de plus en plus amenés à intégrer les effets induits par les vagues, car celles-ci peuvent freiner les déplacements des masses d'air, ou encore les particules en suspension dans l'air (les aérosols) car elles modifient la température en interagissant avec le rayonnement solaire. De même pour la nature du sol: la couverture végétale a des effets saisonniers puisque sa couleur influence la température du sol, donc celle de l'air.

Les satellites, l'avenir

«Nous investissons beaucoup d'énergie pour obtenir un maximum de données via les satellites. Ils offrent une continuité des mesures, des traitements automatisables, une fiabilité connue, et sont devenus indispensables: s'ils étaient supprimés, les prévisions dans l'hémisphère sud seraient ramenées, pour un même degré de fiabilité, de cinq à deux jours seulement.

Actuellement, plus de 45 instruments satellitaires différents auscultent notre atmosphère. Nous voulons mesurer directement la température des masses d'air par observation de la radiance. Nous utilisons 300 longueurs d'ondes – 300 «canaux» différents – et nous visons les 4000 dans quelques années. Nous fondons aussi de grands espoirs sur un nouvel instrument, le *Lidar* – radar fonctionnant au laser – embarqué: par mesure de l'effet Doppler dû à la rétrodiffusion de la lumière par les particules en mouvement, il donnera un accès direct à la vitesse des vents à toutes les altitudes, ce qui sera une grande première.

Enfin, grâce aux archives météorologiques de l'ECMWF, qui sont les plus importantes au monde, on peut reprendre des données anciennes et les faire tourner dans les modèles et les ordinateurs d'aujourd'hui. Cette «ré-analyse», destinée à valider *a posteriori* les modèles actuels, montre que des événements météo comme la fameuse tempête de 1953 sur les Pays-Bas et l'Angleterre – qui n'avait pas été annoncée à l'époque – seraient prévus plusieurs jours à l'avance aujourd'hui.

Vers la rencontre entre la météo et le climat

L'état de l'océan et son couplage avec l'atmosphère doivent être pris en compte, puisque la température des eaux influence celle de l'air. Cela conduit à des anticipations

Des projets particuliers

Les besoins spécifiques régionaux sont couverts par des collaborations *ad hoc*. Deux exemples:

Arpège, Action de Recherche Petite Échelle Grande Échelle. Prévisions à cinq jours tout autour du globe, de Météo-France. Même modèle et mêmes équations qu'à l'ECMWF, développés en commun mais utilisés différemment: les mailles sont de tailles variables focalisées sur la France. En effet, pour le court terme, le temps qu'il fera au beau milieu du Pacifique n'exige pas la même précision.

Cosmo, Consortium for Small-scale Modelling. L'application du *Lokal Modell* de l'Allemagne en collaboration avec la Suisse, l'Italie, la Grèce, la Pologne et la Roumanie. Des mailles de 7 km seulement et 45 niveaux au-dessus des Alpes modélisent finement la météo alpine en tenant compte des effets de ce relief particulier.

de certains phénomènes sur des échelles non journalières mais saisonnières, voire annuelles comme le fameux El Niño. Nous quittons ici le domaine de la météo fluctuante pour se rapprocher de celui du climat et de ses variations lentes.

Les grands phénomènes météo comme les ouragans ou les vagues de chaleur sont statistiquement en augmentation, et les modèles météo devront permettre de les prévoir. Parallèlement, les modèles du climat, pour prendre en compte l'augmentation attendue de ces événements extrêmes, doivent améliorer leur résolution. Les approches des météorologues et des climatologues convergent donc de plus en plus, ce qui doit aboutir à terme à une révolution conceptuelle: le système unifié météo-climat, un extraordinaire défi scientifique et technique.

Alexandre Wajnberg

 www.ecmwf.int/

Quand le ciel nous tombe sur la tête

Est-ce l'effet du changement climatique? Peut-être. Ce qui est sûr, c'est que depuis quelques années, l'Europe est régulièrement frappée par diverses catastrophes météorologiques: violentes tempêtes, inondations sans précédent, canicules prolongées, forêts consumées...

La liste des victimes s'allonge et le montant des dégâts occasionnés affole les compagnies d'assurances. Pendant ce temps, la recherche avance, avec un leitmotiv: augmenter la précision des prévisions.

Le professeur Volker Wulfmeyer souhaitant «bonne chance» au projet Cops lors du premier lancement de ballon.

© Universität Hohenheim/Murat

Les régions côtières du bassin méditerranéen sont particulièrement vulnérables aux fortes précipitations. Le sol asséché et rendu imperméable par de longues périodes de chaleur n'est plus capable d'absorber de soudaines et intenses précipitations. L'eau dévale alors vers le fond des vallées, faisant gonfler les rivières, et les transformant en torrents qui emportent tout sur leur passage. Les pertes humaines et dommages matériels sont souvent très importants. Entre 1950 et 2000, quelque 2200 personnes sont décédées en Espagne des suites de ce phénomène et, parmi elles, 815 ont été prises au piège des eaux et sont mortes en moins de trois heures. Plus récemment, les inondations dans le Gard (FR) en septembre 2002 ont coûté la vie à 23 personnes et les dégâts matériels se sont élevés à 1,2 milliard €.

Pour limiter les impacts de ces crues-éclair – *flash-flood*, en anglais –, le programme de recherche *Flash*, inscrit dans le sixième programme-cadre européen et doté de 1,2 million € par la Commission, s'est fixé pour objectif d'améliorer la prévision du phénomène source: les précipitations aussi intenses que soudaines. Et ce tant à court terme – un à deux jours – qu'à très court terme – deux à trois heures. «Nous savons qu'il y a une corrélation entre les fortes précipitations au sein des zones orageuses et l'activité électrique qui s'y déploie», explique Colin Price, coordinateur

de *Flash* à l'Université de Tel-Aviv (IL). «En effet, plusieurs études ont montré que, dans un orage, une augmentation de l'intensité de l'activité électrique correspond souvent à une augmentation de l'intensité des pluies.» Les mécanismes de cette relation demeurent cependant encore flous.

Vingt-trois inondations témoins

Contrairement aux nuages de pluie que les radars ne repèrent qu'à une distance de quelques centaines de kilomètres, les orages se laissent facilement observer à des distances beaucoup plus lointaines. En effet, les décharges électriques provoquées par les éclairs émettent des ondes électromagnétiques de très basse fréquence (micro-ondes), qui se propagent à plusieurs milliers de kilomètres, et sont donc perceptibles, notamment, par les satellites. Prévoir la formation d'une zone orageuse est donc possible; savoir où, quand et avec quelle intensité les pluies qu'elle porte en elle vont s'abattre est une autre affaire. L'affaire, précisément, des chercheurs de *Flash*.

«Nous avons commencé nos recherches», poursuit Colin Price, «en analysant, *a posteriori*, une série de 23 crues-éclair qui ont eu lieu dans le bassin méditerranéen par suite de pluies soudaines, et pour lesquelles nous disposons de toutes les données en termes de précipitations et d'activité électrique. Ces données proviennent de satellites météorologiques et de radars, mais aussi d'observations au sol réalisées en stations météo. Nous avons ensuite intégré ces données dans des modèles informatiques permettant de prévoir de fortes chutes de pluies à court et à très court terme. En comparant, pour chacun des 23 cas étudiés, les résultats de ces modèles avec ce qui s'est effectivement produit, nous pouvons évaluer la fiabilité des algorithmes que l'on a utilisés. Lorsqu'ils auront fait leurs preuves, nous pourrons alors les tester, puis les utiliser en temps réel. Les populations pourront donc être prévenues de l'arrivée imminente de fortes précipitations.»

Lorsque ces modèles-là seront performants, le travail des chercheurs de *Flash* ne sera pas encore terminé. Il faudra encore créer d'autres modèles fiables, permettant de prévoir la manière dont les pluies se répartiront dans les bassins hydrologiques de chaque région touchée. En fonction de la géologie, du relief, du

degré d'urbanisation, du degré d'imperméabilité des sols, et de bien d'autres paramètres, une crue peut se produire, torrentielle ou non, dévastatrice ou non. «C'est là le principal défi de *Flash*», souligne Colin Price. «Combiner des données d'observation dans des formats et des échelles spatio-temporelles différents, puis les intégrer successivement dans des modèles tout aussi variés constitue une difficulté importante que nous nous devons de surmonter pour parvenir à l'objectif d'utilité publique qui nous est fixé: pouvoir prévenir la population de l'imminence d'une crue-éclair, et éviter un maximum de dommages.»

Cops, vers un modèle hyper-précis

Changement de décor. Juin 2007, une armada scientifique arborant le nom de code *Cops* (*Convective and Orographically-induced Precipitation Study*) se déploie pour une durée de trois mois, dans une zone située à cheval entre les Vosges (FR) et la Forêt Noire (DE). Mission: observer la formation des précipitations orageuses. Pourquoi à ce moment et en cet endroit? «Parce que la saison estivale est propice à la formation d'orages», explique Evelyne Richard, directrice de recherche au Centre national de la recherche scientifique – CNRS (FR) et coordinatrice du versant français de *Cops*. «Et cette tendance est renforcée par le relief semi-montagneux de la zone que nous avons étudiée. Ainsi, en choisissant cette zone, nous étions sûrs d'avoir un nombre suffisamment important de cas d'étude.»

Mais *Cops* s'insère dans un projet beaucoup plus vaste, qui est la mise en œuvre de nouveaux modèles locaux de prévision numérique du temps, qui complèteraient celui de l'ECMWF (*Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme*)⁽¹⁾ à Reading (UK), tout en remplaçant les modèles secondaires existant en Allemagne et en France. «En plusieurs années, les modèles se sont considérablement améliorés pour ce qui est de la prévision des températures, de la couverture nuageuse, du vent, etc. Mais la prévision des précipitations a très peu avancé. Il s'agit donc de corriger ce biais pour les prochains modèles», poursuit Evelyne Richard. «L'une des perspectives est d'améliorer considérablement la précision du modèle, en rétrécissant le maillage. Nous devrions arriver à des mailles de l'ordre de 2,5 kilomètres de côté, et une dizaine ●●●





**La ligne
Perth-Inverness**
(Écosse) durant
les inondations
de décembre 2006.

© Scottish Environment Protection Agency (SEPA)

Alerte en quatre couleurs

Jeudi 8 novembre 2007. Les services de prévision météo du KNMI – Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (NL) sont en émoi. Ils prévoient pour la soirée et pour le lendemain d'importants mouvements des marées, qui pourraient s'avérer dangereux pour les infrastructures et la population du pays. Aussitôt, les autorités sont averties pour prendre les mesures adéquates en pareille circonstance. Dans le même temps, le KNMI envoie un signal à *Meteoalarm* pour lancer l'alerte maximale, de couleur rouge.

Lancé le 23 mars 2007 à l'initiative d'*Eumetnet* – consortium des services météo publics –, le site internet www.meteoalarm.eu a pour mission d'alerter les internautes quant aux risques liés à la météo: inondations, orages, vagues de chaleur, brouillards, chutes de neige, tempêtes, feux de forêts, etc. Il utilise pour ce faire un code en quatre couleurs – vert, jaune, orange, rouge en fonction du niveau d'alerte – qui permet d'évaluer la situation en un rapide coup d'œil, dans chaque région de chaque pays participant. «Notre force», indique Michael Staudinger, directeur technique, «est d'avoir rassemblé sur une seule plate-forme un système d'alerte harmonisé au niveau européen. Beaucoup de personnes voyagent à l'étranger et peuvent trouver grâce à *Meteoalarm* un système d'alerte météo unique dans chaque pays visité.»

Avec 280 millions de clics depuis l'ouverture du site, et des pointes à 12 millions par jour en cas d'alerte, *Meteoalarm* touche tant le grand public que les services de secours. Géré par l'institut météorologique autrichien et doté de 2 millions €, il est alimenté régulièrement par les services météo nationaux – «certains envoient leurs fichiers toutes les cinq minutes, d'autres quatre fois par jour», précise Michael Staudinger – et attend encore quelques développements, «comme l'ouverture à d'autres pays européens, ou la création d'un service intranet sur lequel les services de protection civile pourraient se préparer aux alertes survenant jusqu'à cinq jours plus tard».

● ● ● de mètres de hauteur pour les couches les plus proches de la surface terrestre. Même s'il est encore trop tôt pour tirer des conclusions précises, nous pouvons déjà dire que nous avons progressé, puisque certains modèles que nous expérimentons ont pu prévoir des orages qui n'avaient pas été prévus par les modèles opérationnels.»

Opération sol-air

Il faut dire que les moyens mis en œuvre étaient à la hauteur des attentes. Cinq postes avancés d'observation ont été disposés suivant un axe d'ouest en est, depuis les Vosges jusqu'aux confins de la Forêt Noire, en passant par le bassin rhénan. Tous équipés du même matériel de pointe, ils permettaient de scruter le ciel pour en décoder toutes les composantes – températures, vents, vapeur d'eau, particules... – susceptibles de générer des «précipitations convectives d'été», plus communément appelées «orages». Ainsi, les chercheurs ont-ils pu suivre l'évolution des nuages d'orage depuis leur formation, généralement sur les hauteurs vosgiennes, jusqu'à leur dissolution en aval de la Forêt Noire.

Les radars et lidars – radars fonctionnant au laser – incorporés au sein de ces éphémères stations météo étaient épaulés par un réseau de 80 stations GPS disposées dans toute la zone étudiée. Pourquoi des GPS? Parce que le signal envoyé par les satellites à ces engins de localisation est légèrement retardé lorsque la teneur en humidité de l'atmosphère est élevée. Il est donc possible d'exploiter cette particularité pour calculer la quantité de vapeur d'eau contenue entre le satellite et la base GPS.

Pour compléter ces observations, *Cops* disposait, en outre, de deux radars mobiles mis à profit pour compenser les «trous» entre les 80 stations GPS et les cinq postes météo. Dans le même esprit, des équipes ont sillonné la région en lâchant des ballons-sondes. Enfin, une flotte aérienne composée de pas moins de huit appareils super-équipés s'est chargée de survoler la zone étudiée: à leur bord, radars et lidars pour scruter l'atmosphère en-dessous du ventre de l'appareil, mais aussi un grand nombre de *dropsondes* à larguer en vol.

«En trois mois et grâce à ce dispositif», conclut Evelyne Richard, «*Cops* a récolté un très grand nombre de données. Celles-ci ont

été introduites dans des modèles-tests qui ont été ajustés au fur et à mesure. À terme, c'est un modèle fiable auquel nous devrions aboutir, du moins pour ce qui concerne notre sujet, à savoir la prévision de précipitations orageuses dans des zones à relief accidenté.» ●

Matthieu Lethé

(1) Voir article page 11.

i Flash

9 partenaires – 5 pays (IL-GR-CY-SP-IT)
flash-eu.tau.ac.il

Cops

18 partenaires – 8 pays (DE-FR-UK-IT-NL-AU-USA-CH)

www.cops2007.de/

Meteoalarm

20 pays participants

www.meteoalarm.eu/

Une realpolitik pour la mobilité

«Préférence nationale», puzzle des régimes sociaux, casse-tête administratif... Les embûches sont nombreuses pour les scientifiques souhaitant des carrières transfrontières. Le Livre vert de la Commission sur l'Espace européen de la recherche ouvre de nouvelles pistes pour faciliter ce type de parcours. En consultant largement les intéressés.

Dieter Kaufman, chimiste, est chercheur dans un institut privé allemand. Il a l'occasion de décrocher un contrat de recherche d'un an à Stockholm. Il travaillera alternativement un mois en Suède et un mois en Allemagne, chez son employeur. La ville de Stockholm lui alloue 3 000 € par mois pour couvrir différents frais, mais il conserve son salaire habituel dans son institut. Dieter est-il employé à temps plein? Son expérience acquise en Suède sera-t-elle reconnue en Allemagne? Preste-t-il deux mi-temps? De quel régime fiscal relève-t-il? Au vu de la législation sociale, «tout» semble possible. Il pourrait être considéré comme ayant deux activités simultanées dans deux États membres, être employé en Allemagne et à mi-temps en Suède, être employé en Allemagne et détaché en Suède, travailler en Allemagne entre deux missions en Suède... En plein labyrinthe de la mise en œuvre du règlement 1408/71, il lui faudra bien du temps pour démêler son statut et trouver les informations relatives à sa situation spécifique.

Des freins propres à l'Europe

Dieter n'est qu'un exemple des difficultés qui guettent les scientifiques nomades. «Les chercheurs ont absolument besoin de carrières motivantes et d'une mobilité sans rupture», souligne le Livre vert *L'espace européen de la recherche: nouvelles perspectives*, publié

récemment par la Commission⁽¹⁾, et qui a donné lieu à une vaste consultation (voir encadré). Les réponses ont été analysées par un *Groupe d'experts* qui a rendu un premier rapport intermédiaire, et seront approfondies dans un rapport final. Cette analyse constate notamment que les chercheurs «continuent à voir leurs perspectives de carrière restreintes par des obstacles juridiques et pratiques qui entravent leur mobilité entre institutions, secteurs et pays».

La mobilité se heurte à divers obstacles propres à notre continent. Les postes universitaires sont, le plus souvent, réservés aux ressortissants nationaux. Les administrations tiennent généralement à ce que les fonds octroyés à la recherche soient dépensés dans les pays bénéficiaires. Une kyrielle de contraintes administratives guette ceux qui ont réussi à se faire recruter au-delà de leurs frontières. Les régimes sociaux (pensions, allocations familiales, soins de santé, etc.), leurs



Les effets du Charter & Code

The European Charter for Researchers and the Code of Conduct for their Recruitment (dit aussi *Charter and Code* ou plus simplement C&C), a été publié par la Commission en 2005. Il ne constitue pas une réglementation mais un cadre proposé aux États membres. L'objectif de la charte est d'inciter les acteurs, publics et privés, à prendre en compte la dimension européenne des carrières de recherche. Cette approche inclut notamment des propositions d'emploi transnationales et des opportunités de soutien aux chercheurs.

Près de 60% des répondants au questionnaire du Livre vert se félicitent de ces mesures destinées à améliorer la reconnaissance de la profession et les conditions salariales. Mais si la plupart de ceux-ci trouvent l'intention belle, trois cinquièmes d'entre eux estiment que, n'étant pas contraignant, le C&C n'a pas eu, jusqu'ici, une influence suffisante.

La diversité du statut de chercheur complexe, en outre, l'application du C&C. L'*Etude* (Comité syndical européen de l'éducation) propose de lier les fonds attribués par les programmes de recherche européens à sa reconnaissance et à l'application de certains de ses principes par les bénéficiaires de ces subventions. D'autres, comme l'*Inra* – Institut national de la recherche agronomique (FR) –, préféreraient un principe de certification des institutions appliquant la charte, y voyant «un excellent moyen de la mettre en œuvre, sans nécessité de règlement coercitif». Une grande majorité (75%) des répondants considère également qu'un label C&C encouragerait les employeurs et distributeurs de fonds à appliquer ses principes.

Le secteur privé est, par contre, réticent à tout principe d'obligation, lui préférant une base volontaire, par exemple sur le plan des publications des offres d'emploi. «Nous ne pouvons imaginer qu'une PME innovante soit dans l'obligation de publier toutes ses offres de R&D sur le portail *European Researcher's Mobility* et d'utiliser des comités de sélection dont la composition est prescrite par le Code», estime, par exemple, le directeur d'une petite entreprise *high tech*.

●●● lois et règlements (éducation, qualification, accès à la profession, permis de travail, politique familiale, salaire) ne sont nulle part comparables. Et tout le monde y perd son latin.

Autre exemple: Miguel Herrada. Après avoir terminé un doctorat en biologie en Belgique, il est employé par un laboratoire pharmaceutique où il réalise un post doctorat pendant deux ans. Il rentre ensuite en Espagne, se marie, cherche du travail. Des allocations de chômage? On brandit l'article 67(3) de la loi 1408/71. Il n'a pas suffisamment presté antérieurement en Espagne. Il aurait pu bénéficier du chômage en Belgique (où il a réglé impôts et sécurité sociale) pour une période de... trois mois. Hélas, il n'a pas rempli les formulaires *ad hoc* avant de quitter le pays.

Un marché du travail unique

Ces complications et ces ambiguïtés seraient levées si l'harmonisation du statut de chercheur, proposée par l'Union, se réalisait à travers un *marché du travail unique* qui impliquerait notamment l'absence d'obstacles financiers ou administratifs à la mobilité transnationale⁽²⁾. Idéalement, on aboutirait «à une ouverture totale des postes de recherche universitaire et des programmes nationaux de recherche dans toute l'Europe, qui s'accompagnerait d'un effort appuyé de recrutement des chercheurs à un niveau international, et d'une circulation aisée entre disciplines et entre les secteurs public et privé – cette mobilité deviendrait une caractéristique normale d'une carrière de chercheur réussie.»

Faut-il pour cela un cadre européen «contraignant», visant à améliorer les conditions de recrutement transnational, la dimension européenne des carrières, l'harmonisation de la sécurité sociale? Comment appliquer les principes de «flexisécurité» (combinant la flexibilité du travail avec la sécurité de l'emploi) au monde des chercheurs? Comment satisfaire les besoins de ceux-ci en matière d'éducation et de formation tout au long de leur carrière? Telles sont quelques-unes des questions, se rapportant plus spécifiquement au thème de la mobilité, soulevées par les réponses à la vaste consultation de la Commission.

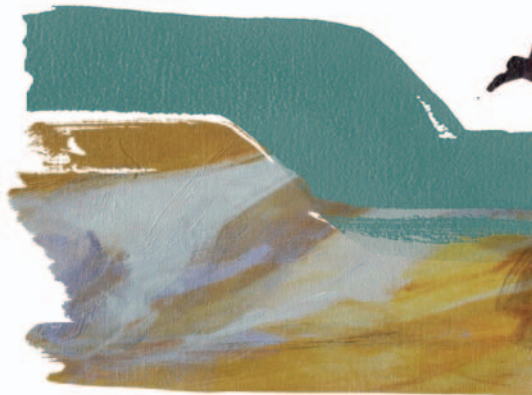
Ouverture et autonomie

Actuellement, le recrutement des chercheurs est très différent selon qu'il s'agit du secteur privé

(faisant entrer en ligne de compte la personnalité et la motivation) ou du secteur public (fondé sur la compétence scientifique). Les carrières s'y déroulent différemment, les statuts varient d'un pays à l'autre – les scientifiques étant en majorité fonctionnaires dans certains États.

Comment déverrouiller cette situation? La Commission a bien lancé le Portail européen pour la mobilité des chercheurs sur lequel sont mentionnées des offres d'emploi, mais ce site est loin de centraliser toutes les possibilités offertes – et certainement pas les postes les plus élevés. Pour contrer cette tendance «protectionniste», les experts s'intéressent à la possibilité d'une première sélection qui pourrait être réalisée sur base d'un dossier de candidature, sans interview ou examen écrit. Cette procédure permettrait d'élargir les nationalités des postulants – sans les obliger à se déplacer simplement pour assister à un entretien – et par là même leur nombre. Le problème d'éligibilité concerne également les chercheuses, dont on connaît la sous-représentation, notamment aux postes à responsabilités. Une des idées lancées par le Livre vert serait d'atténuer les facteurs de discrimination à l'embauche en ne demandant, par exemple, qu'une liste de cinq à dix publications aux candidats – ce qui permettrait d'axer sur la qualité plutôt que sur la quantité.

Cet élargissement des candidatures ne suffit cependant pas à surmonter la question de la désaffection des jeunes pour la science. Une des réponses pourrait être de transformer les conditions d'existence des chercheurs... En leur permettant un meilleur équilibre entre vie professionnelle et vie privée (69,4% des répondants le souhaitent) et en leur offrant un véritable plan de carrière, avec des rémunérations compétitives et des possibilités de créativité. Trop souvent, en Europe, les cher-



cheurs travaillent sur les thèmes de leur mentor. Leur autonomie scientifique est découragée. Doctorants ou post doctorants, ils préféreraient être considérés comme des professionnels plutôt que comme des étudiants à l'interminable formation.

In fine...

Et puis, dans le domaine de la recherche comme ailleurs, les jeunes actuels songent... à leur retraite. Cette question est d'ailleurs considérée comme un des problèmes sociaux les plus importants qui s'oppose à la mobilité des chercheurs (37,8% des répondants). Plus de la moitié des intervenants sur Internet souhaitent un système légal européen commun adapté aux travailleurs mobiles. Des plus jeunes aux plus âgés, nombre d'entre eux craignent que leurs droits à la retraite ne s'évanouissent s'ils décident de «rentre au pays» en fin de carrière. «Les instruments qui concernent cette question doivent être préparés, autrement les chercheurs qui ont été très mobiles seront aussi les plus pauvres lorsqu'ils seront âgés...»

Ainsi Adriana Popescu, chercheuse senior en économie, roumaine, véritable incarnation de la mobilité, a travaillé vingt ans dans son pays, cinq ans au Royaume-Uni, quatre ans en Belgique et onze en Italie. Elle a décidé de vivre sa retraite à Rome, après avoir presté son dernier poste dans une université italienne.

Elle doit cependant faire valoir ses droits à la pension dans tous les États où elle est passée en mentionnant le côté international de sa carrière. Elle se bat donc avec un nombre impressionnant de formulaires et de paperasses pour tenter d'avoir des renseignements sur son cas... en patientant.

Plusieurs solutions sont explorées par le *Groupe d'experts* pour faciliter le droit à la retraite des chercheurs mobiles. À court terme, un *Pension Support Centre (PSC)* pourrait être établi dans chaque État membre. Ce système apporterait une meilleure compréhension du problème par des gestionnaires qualifiés. Il aiderait à ancrer la directive «portabilité» des droits à la pension complémentaire, une fois adoptée, dans les règlements nationaux et permettrait aux intéressés de recevoir des avis cohérents. D'autres solutions intermédiaires sont envisagées, comme un fond paneuropéen de retraite pour les chercheurs.

C'est donc bien de A à Z, du début à la fin de la vie professionnelle, que la mobilité très particulière des scientifiques, qui s'impose de plus en plus dans le contexte de la mondialisation du savoir, doit être repensée.

Christine Rugemer

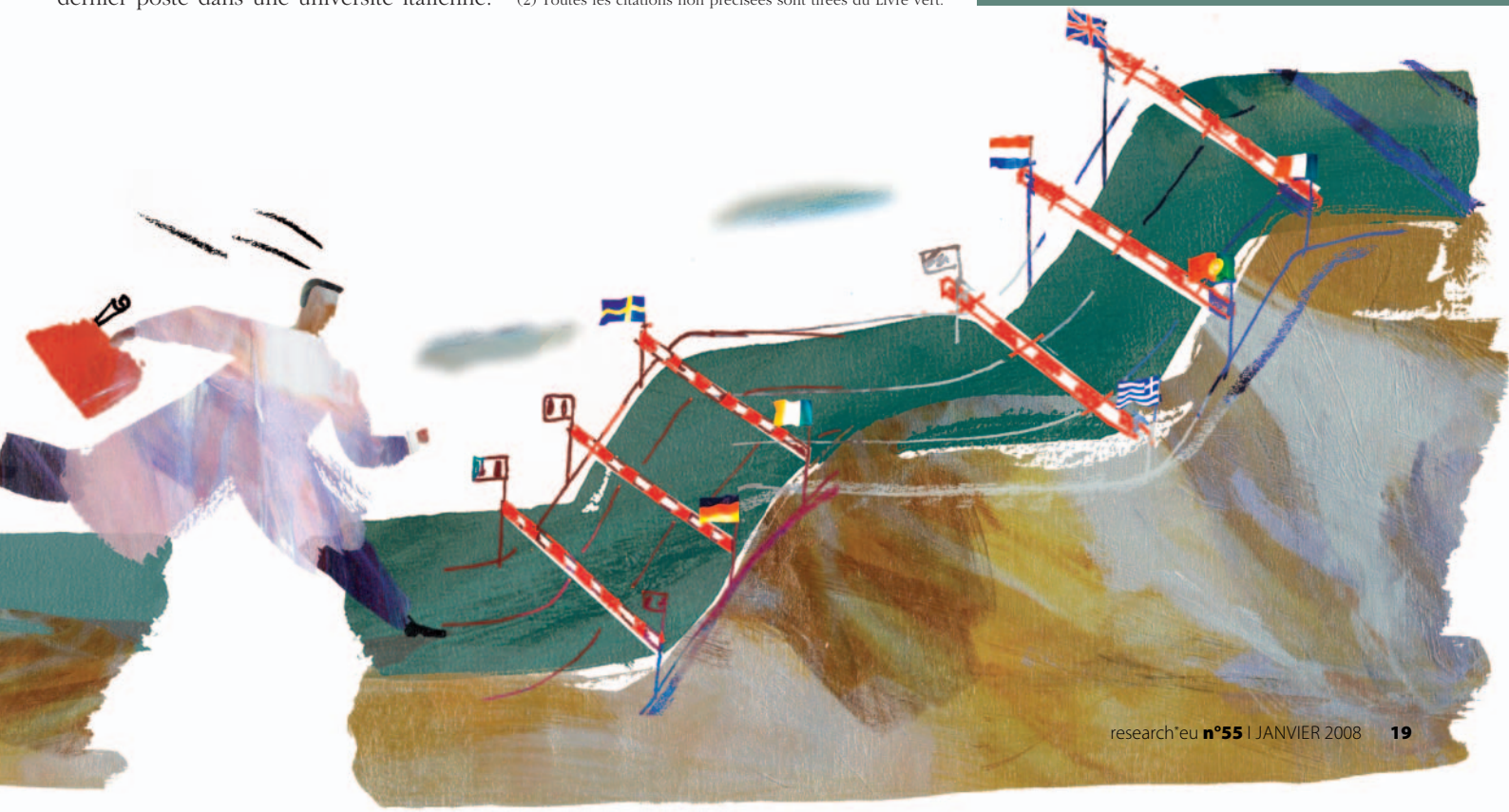
- (1) *L'Espace européen de la recherche: nouvelles perspectives*, Livre vert 04.04.2007, ISBN 978-92-79-05535-5. Cet ouvrage évalue les résultats des initiatives lancées depuis la création de l'EER et les pistes à creuser pour aboutir à le concrétiser plus solidement. La réalisation d'un marché du travail unique pour les chercheurs y fait l'objet d'un sous-chapitre.
- (2) Toutes les citations non précisées sont tirées du Livre vert.

Livre vert et consultation

Le Livre vert *L'espace européen de la recherche: nouvelles perspectives*, publié en avril 2007 par la Commission, a été suivi d'une procédure classique de consultation. D'une part, des questionnaires ont été envoyés aux institutions et acteurs de la recherche, d'autre part ces mêmes questions ont été mises en ligne, accessibles à tous. 685 internautes ont répondu. 130 *position papers* ont été envoyés par les institutions.

La plupart des intervenants estiment que la mobilité ne doit pas être considérée comme une simple réponse aux besoins du marché de l'emploi, mais également comme un atout de qualification et d'expérience pour les chercheurs travaillant dans différents environnements. Ils soulignent la nécessité d'une législation sociale commune dans cette perspective. Parmi les idées avancées, on trouve également le souhait de voir se resserrer les politiques européennes de recherche et d'éducation.

 ec.europa.eu/research/era/



ACTUALITÉS EUROPÉENNES



Janez Potočnik.

Vers un ministère européen de la recherche

La Commission ne doit plus être une institution de financement des projets de recherche mais un organisme décisionnel, au sein duquel se forment les politiques scientifiques de demain. Voilà le souhait émis par Janez Potočnik, Commissaire européen en charge de la science et de la recherche, lors d'un débat politique organisé par l'*European Policy Center (EPC)*, le 11 octobre dernier.

La création d'une agence externe à la Commission chargée de la gestion des projets de recherche permettrait, en effet, à la Direction générale pour la science et la recherche de se recentrer sur l'élaboration des politiques d'encadrement et de promotion de l'*Espace européen de la recherche (EER)*. La DG recherche deviendrait ainsi, progressivement, un véritable décisionnaire, une sorte de ministère européen de la recherche. Le Commissaire envisage cette réorganisation d'ici 2013, même s'il concède que

certains projets colossaux, tels que *Galileo*, seront difficilement administrables en externe.

Quand les poudres deviennent cristaux

La structure des microcristaux ne recèlera bientôt plus de secrets. Début octobre, des chercheurs de l'*Institut Lavoisier (FR)* sont parvenus, grâce à un nouvel équipement de l'*ESRF (European Synchrotron Radiation Facility)*, à déterminer la structure cristalline d'un composé de l'ordre du micron cube. Une première mondiale car, jusqu'ici, les composés analysables par diffraction des rayons X devaient impérativement avoir une taille supérieure à 10 microns cube. En deçà, les grains étaient considérés comme une poudre, dont les propriétés n'étaient que très difficilement détectables par la technique dite de diffraction des poudres.

Le nouveau dispositif développé au sein de l'*ESRF* combine un système de focalisation du faisceau lumineux avec un goniomètre, ce qui permet désormais d'analyser des grains mille fois plus petits. Une myriade de nouvelles perspectives s'ouvre donc, tant pour les chimistes que pour les physiciens et les biologistes. Déterminer la structure cristalline d'une molécule permet, en effet, de lever le voile sur ses propriétés.

www.esrf.eu

Les océans saturent en CO₂

La capacité d'absorption de CO₂ de l'Atlantique Nord aurait chuté de 50% en 10 ans. C'est du moins ce que les chercheurs du projet européen *CarboOcean* ont récemment conclu après l'étude de données récoltées entre 1995 et 2005 par des cargos commerciaux.

Les scientifiques, qui attribuent au réchauffement climatique le ralentissement de la «pompe à carbone» mise en mouvement par les océans, s'inquiètent de l'impact de ces nouvelles données sur les modèles utilisés jusqu'alors pour prévoir l'évolution du climat. Car si les océans venaient à pomper moins de dioxyde de carbone, l'augmentation de la concentration de ce gaz à effet de serre au sein de l'atmosphère serait beaucoup plus importante et rapide que prévu. Une nouvelle qui fait froid dans le dos, d'autant plus que les experts prévoient qu'une saturation des océans en CO₂ pourrait être suivie d'une libération massive des stocks qu'ils emprisonnent. En mai 2007, une étude annonçait une saturation similaire de l'océan Austral qui encercle l'Antarctique.

www.carboocean.org

Filet à plancton équipant des bateaux scientifiques de CarboOcean.



Belgium: one point

Le magazine américain *The Scientist* a publié en novembre les résultats de son enquête *Best Places to Work, 2007*. Et c'est la petite Belgique qui chiperait aux géants que sont les États-Unis et le Canada la première place du meilleur pays où exercer une activité de recherche. Une grande première pour le petit État européen, qui avait pourtant été rétrogradé de la quatrième à la sixième place du classement entre 2004 et 2006. Cette enquête, organisée annuellement depuis 1993, se basait cette année sur les réponses de plus de 2000 scientifiques américains, canadiens et européens. Des résultats qui devraient faire l'effet d'un bon bol d'air frais en Belgique, secouée par de sévères remous politiques en 2007.

Labo de l'émotion

La recherche persévère dans l'étude du domaine sensible des émotions. Initiée sous le sixième programme-cadre, la plate-forme *FeelEurope* regroupe plus de 30 experts issus de 10 pays de l'Union pour débattre des nombreuses façons de mesurer les émotions. Ceci servira de base pour l'élaboration de nouvelles recherches, technologies, coopérations et innovations visant à développer des applications techniques spécifiques et des

systèmes cognitifs variés comme des interfaces humains-ordinateurs, des systèmes destinés à l'apprentissage émotionnel ou encore des robots capables d'exprimer des émotions. Les impacts physiologiques des émotions sont indéniables. Outre des méthodes d'analyse simples, comme la reconnaissance vocale, *FeelEurope* a pour but d'en mettre de nouvelles au point, par le biais d'algorithmes novateurs de traitement des signaux. L'actuel état des lieux des connaissances dans ce domaine permettra de définir de nouvelles pistes de recherche pour les projets du septième programme-cadre.

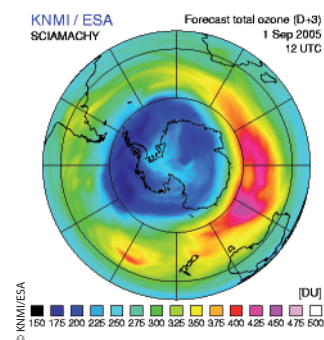
.....
www.feeleurope.org

La forêt se fait une Toile

Euroforest, un portail gratuit destiné aux experts du monde forestier européen, vient d'être lancé par l'*Institut européen de la forêt (EFI)* en coopération avec l'université de Joensuu (FI). Très facile d'accès et particulièrement exhaustif, ce portail réunit un ensemble de données – organisations, pages web, réseaux d'informations, rapports d'utilité majeure – organisées par type de sujets ou par zone géographique. Il s'avère

notamment utile pour la recherche forestière car il contient des sections spécifiques sur des thématiques charnières comme les écosystèmes, la biodiversité ou les changements climatiques et l'émission de gaz à effet de serre. Avec des informations potentiellement disponibles dans toutes les langues communautaires, *Euroforest* devient une ressource non négligeable pour mieux comprendre ces communautés de plantes et d'animaux parmi les plus complexes de la planète.

.....
forestportal.efi.int



Prévisions de 2005

L'ozone en meilleure forme

Le satellite *Envisat* de l'*Agence spatiale européenne (ESA)* vient de mettre en évidence un

rétrécissement du trou de la couche d'ozone de 30 % par rapport à 2006, une année record. Qui dit rétrécissement, ne veut pas forcément dire reconstitution de la couche d'ozone. En effet, au moment de l'analyse, le trou était moins centré autour du pôle Sud et s'est donc mélangé à de l'air plus chaud, ce qui a freiné sa croissance (l'ozone disparaît à des températures inférieures à -78°C). Ces données proviennent d'un service de surveillance et de prévision de l'évolution de la couche d'ozone de l'ESA, qui réunit plus de 30 partenaires issus de 11 pays dans le consortium *Promote (PROtocol MOniToring for the global monitoring for Environment and security service element)*.

.....
www.esa.int

Les hanches liées au cancer du sein

Traditionnelles indicatrices de fertilité, les hanches pourraient également être liées au cancer du sein. Une équipe de chercheurs européens et américains a examiné plus de 6000 femmes finlandaises afin de détecter lesquelles d'entre elles ont été affectées par un cancer de ce type. Après comparaison de ces résultats avec la taille des hanches des mères des patientes, une forte corrélation entre la largeur des hanches des mères et la propension des filles à être affectées par un cancer du sein a pu être mise en évidence. Plus les hanches maternelles sont larges et arrondies, plus les chances de développer un cancer du sein à la génération suivante seraient grandes. Selon les chercheurs, ce lien s'expliquerait par le profil hormonal des mères. De larges et rondes hanches indiquent, en effet, une forte



production d'hormones sexuelles. Au cours de sa croissance, le fœtus est directement en contact avec les hormones maternelles, ce qui induirait un plus grand risque de cancer mammaire.

Cafards leurrés

La prise de décision chez les cafards est résolument collective. Les scientifiques en avaient l'intuition depuis très longtemps mais aucune expérience n'avait encore permis d'éprouver cette théorie. C'est aujourd'hui chose faite, grâce aux chercheurs de *Leurre*, un projet européen dont l'objectif global est précisément d'analyser le comportement social animal. Pour démontrer la prise de décision collective, les scientifiques ont eu recours à des *Insbots*, des minirobots de la taille d'un cafard, enduits de phéromones. Non seulement ces derniers ont été acceptés par la colonie de cafards du projet *Leurre*, mais ils sont aussi parvenus à interagir avec



le groupe, allant parfois jusqu'à influencer la prise de décision de celui-ci. Ces résultats donnent l'espoir de développer des méthodes permettant d'influer sur le comportement de groupes d'animaux ou encore d'obtenir de précieuses informations en vue de concevoir des systèmes de multi-robots autonomes.

.....
i leurre.ulb.ac.be

L'Arctique fond, les bateaux passent

La fonte de l'Arctique a atteint un nouveau record cette année. Sa surface n'était que de 4,24 millions de km² en septembre 2007, contre 8 millions de km² en 2005. En parallèle, le trafic maritime dans cette région du globe a significativement augmenté, pour des raisons d'exploitation – gaz, pétrole, etc. – ou encore de tourisme. Ceci est notamment dû à la meilleure accessibilité de l'océan Arctique, qui croît du fait du rétrécissement de la banquise. Mais les experts de l'*International Ice Charting Working Group (IICWG)*, réunis en Italie fin octobre à l'*ESRIN*, le centre d'observation de la Terre de l'*ESA*, mettent en garde contre les dangers de cette amplification du trafic. En effet, la banquise et les icebergs



représentent une source non négligeable d'accidents, d'où l'intérêt de la nouvelle série de satellites sentinelles *GMES (Global Monitoring for Environment and Security)* développés par l'*ESA* en vue de maintenir un service de surveillance des glaces efficace.

.....
i nsidc.org/noaa/iicwg/



Au contraire des guêpes, **les symphytes sont des hyménoptères** caractérisés par leur absence de «taille»: leur abdomen est relié au thorax sur toute sa largeur.

Évolution: le salut n'est pas dans la fuite

Une équipe de chercheurs finlandais, suédois et allemands vient de mettre au jour un nouveau mécanisme d'évolution du symphyte, souvent appelé «mouche à scie» bien que ce soit un hyménoptère. Pour se

reproduire, cet insecte herbivore dépose ses larves sur des plantes, provoquant des galles botaniques, excroissances très fréquentes dans le monde végétal. Mais les symphytes ont des ennemis: des parasitoïdes qui colonisent les galles et se nourrissent des larves ou se substituent à elles. La diversité génétique des symphytes et des parasitoïdes est impressionnante. On la pensait jusqu'ici liée essentiellement à l'apparition de nouvelles espèces végétales permettant aux symphytes d'évoluer en s'adaptant à de nouveaux hôtes, échappant ainsi aux parasitoïdes – jusqu'à ce que ceux-ci s'adaptent à leur tour. Mais en étudiant les galles recueillies sur des saules pendant 18 ans, les chercheurs ont montré que les mouches à scie, dans leur évolution, ne fuient vers d'autres espèces végétales qu'en ultime recours. Elles développent dans un premier temps de nouveaux types de galles, déjouant ainsi les plans des parasitoïdes. Bien sûr, ces derniers se diversifient en conséquence, et le répit est provisoire. Mais suffisant pour durer plusieurs millions d'années...

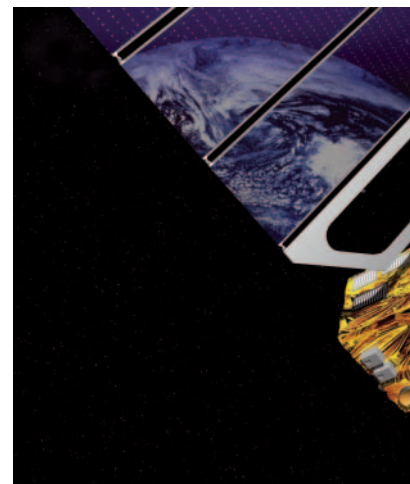
.....
i www.biomedcentral.com

La recherche sur les biofilms s'organise

Les biofilms évoquent surtout biosalissure, biocorrosion et résistance aux antibiotiques. Mais ces communautés de micro-organismes, dont la particularité est d'adhérer entre eux grâce à une matrice protectrice, pourraient également receler de nombreuses perspectives, notamment pour la production d'énergie verte ou la purification d'eau. Réunis par la *Fondation européenne de la science (ESF)*

fin septembre, experts en biotechnologie, bioingénierie ou sciences biomédicales ont échangé leur expérience respective en la matière. Comment interagissent les différents organismes qui composent certains biofilms? Comment en tirer profit tout en neutralisant leur nocivité? Autant de questions qui attendent une explication scientifique. La recherche doit s'organiser, d'où l'idée de créer un nouvel organisme, l'*European Biofilm Net (EBN)*, destiné à coordonner les efforts scientifiques relatifs à ce thème au niveau européen.

.....
i www.esf.org

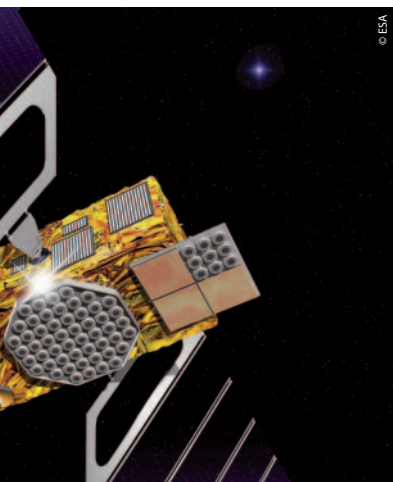


Galileo: budget bouclé, enfin!

Galileo, le programme européen de positionnement satellite, était au point mort. Depuis la rupture en mai 2007 du consortium d'industriels chargé de la fabrication et du lancement des satellites, le projet se trouvait noyé dans un imbroglio politique relatif aux 2,4 milliards € manquant suite au retrait des fonds privés.

Mais le Conseil et le Parlement européens sont enfin parvenus à trouver un accord fin novembre 2007. 1,6 milliard € seront ainsi récupérés sur la PAC, la *Politique Agricole Commune* de l'Union, tandis que les 0,8 milliard € restants seront puisés au sein du septième programme-cadre, plus précisément dans le budget des projets de recherche en matière de transport. Une démarche historique pour l'Union européenne, dont le budget 2008 consacrerait, pour la première fois, plus de fonds à l'emploi, à la croissance et à la concurrence qu'à l'agriculture.

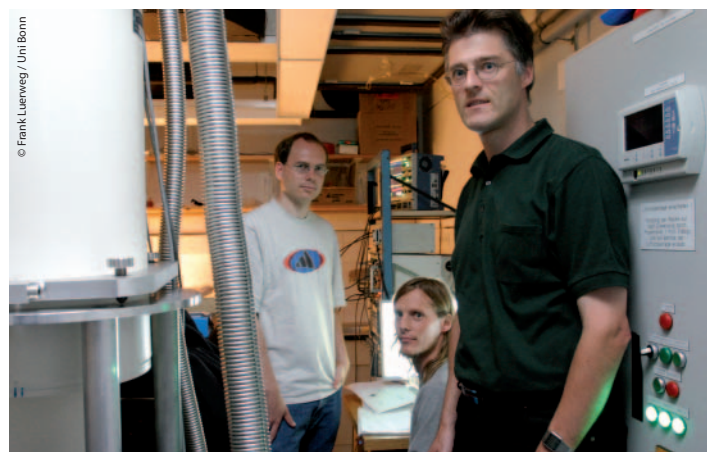
.....
 www.gsa.europa.eu



Tourbillons à l'échelle atomique

Quatre chercheurs des universités de Bonn, Berlin et Genève ont observé l'existence de tourbillons magnétiques formés d'atomes et leur sens de rotation, dextrogyre ou lévogyre. Cette découverte devrait aboutir à un nouveau dispositif de stockage des données. Grâce à une technologie de laser optique, l'équipe a décelé le sens des tourbillons dans du phosphate lithium-cobalt et a baptisé le phénomène «ferrotoroidicité». Pour figurer ces tourbillons d'atomes magnétisés, il faut imaginer une succession d'aimants droits minuscules disposés en rond l'un derrière l'autre autour d'un noyau central. Dans ce cercle, les aimants ne se déplacent pas, mais un sens existe pourtant: si leur pôle nord est orienté dans le sens des aiguilles d'une montre, le tourbillon magnétique est dextrogyre, sinon il est lévogyre. Les travaux de l'équipe se limitent à la recherche fondamentale – bases du phénomène et nature du magnétisme. Toutefois, la prochaine

Le professeur
Manfred Fiebig,
 de l'université de Bonn.



étape pour exploiter cette découverte sera d'écrire des informations ciblées à cette échelle minuscule et de trouver des matériaux pour construire des espaces de mémoire. Une telle technologie permettrait alors d'améliorer non seulement la capacité des disques durs, mais aussi leur rapidité et leur sécurité, car elle n'utilise de champ magnétique que pour enregistrer les données – pas pour les lire.

.....
 www.uni-bonn.de/en/News/96_2007.html

L'Européen écolo... mais pingre

Les Européens auraient-ils une conscience verte? L'étude *Lifestyles of Health and Sustainability (LOHAS)*, publiée par Porter Novelli (FR) et le *Natural Marketing Institute – NMI* (USA), le suggère.

Des consommateurs de huit pays européens, la Belgique, l'Allemagne, l'Espagne, la France, l'Italie, les Pays-Bas, le Portugal et la Grande-Bretagne ont été consultés. Il en ressort que les habitants du Vieux Continent seraient 50% plus enclins à acheter des denrées produites de manière écologique que les Américains. Toujours selon la même étude, les Européens



seraient 32% plus propices que les Américains à opter pour des produits marqués par un label bio ou écologique. Toutefois, les consommateurs européens sont 25% moins susceptibles que leurs homologues d'outre-Atlantique de payer plus cher pour ces marchandises «durables».

.....
 www.lohas.com

Erratum

Une erreur s'est glissée dans l'édition spéciale «Apprivoiser la science» de juin 2007. Veuillez-nous en excuser. Les graphiques tirés de l'Etude Rose (p.9) ne sont pas les plus récents et une inversion s'est glissée dans les titres. La version en ligne est corrigée: ec.europa.eu/research/research-eu/

Le silence au bout

Condition nécessaire à la santé économique, le trafic aérien d'Heathrow (UK) – premier aéroport européen en nombre de passagers – a connu une croissance de plus de 65% entre 1980 et 2003. Heureusement, les avions sont aussi plus silencieux: sur la même période, le nombre de victimes du bruit – dans la zone exposée à un niveau supérieur à 57 dB – a presque été divisé par 4. Et la chasse aux décibels n'est pas prête de s'arrêter. Zoom sur la réussite du projet Silence(R), qui vient de se clôturer à La Baule (FR), ce 27 juin 2007.

La soufflante du moteur Trent 900 fabriquée par Roll Royce, qui équipe l'Airbus A380, permet de réduire considérablement les nuisances de bruit du moteur.

D'ailleurs, derrière la vitre, le ballet ne cesse pas. Les condors d'acier attendent leur tour sur le *taxiway*. Avant de prendre leur envol pour Pékin, les passagers voient atterrir un long courrier d'une compagnie d'Amérique latine. En 2006, l'aéroport d'Heathrow, à 25 km à l'ouest de Londres, opérait plus de 1300 mouvements – décollages et atterrissages – par jour.

des ailes

Le bruit comme prix

Ces dernières décennies, le transport aérien a rapproché les régions de la planète. Chaque année, 2 milliards de passagers empruntent les voies aériennes via un réseau mondial reliant peuples, pays et cultures. Ces échanges sont aussi économiques et la globalisation des marchés trouve ses racines dans le sillage des couloirs aériens. L'aviation crée, en effet, des opportunités en permettant les rencontres et en acheminant rapidement des produits et services sur de grandes distances. À tel point que la hausse du trafic aérien est une des conditions indispensables au développement des régions d'Europe comme au maintien de la compétitivité de son industrie aérospatiale.

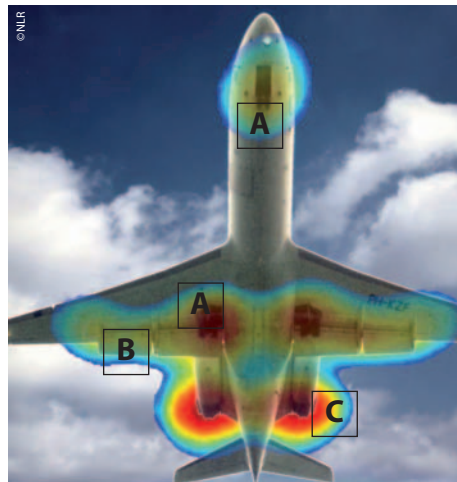
Mais, au dos de la médaille, les nuisances sonores sont le revers le plus ressenti, avec des pics d'intensité répétés autour des aéroports. Leurs graves impacts sur la santé des riverains vont de l'endommagement de l'appareil auditif aux effets psycho-patho-physiologiques des troubles du sommeil, comme l'hypertension.

Chasse aux décibels

La problématique ne date pas d'hier. Les moteurs à double flux apparaissent dans le courant des années '70 et réduisent déjà l'intensité sonore de 20 dB, ce qui revient à diviser par quatre le bruit perçu. En effet, l'échelle des décibels suit une courbe exponentielle, comme l'appareil auditif humain. Dans ces moteurs, en ceinturant les gaz chauds du flux primaire par un flux secondaire, on réduit la vitesse des gaz en sortie et le bruit issu de leur mélange avec l'air ambiant.

Mais ces avancées ne suffisent plus aujourd'hui. Économiquement parlant, le tribut européen à la pollution sonore équivaut à une perte financière annuelle estimée à 24 milliards €⁽¹⁾. Par ailleurs l'OACI – *Organisation de l'Aviation Civile Internationale* – a édicté les normes du «Chapitre 4», nouvelle catégorie acoustique des avions, entrée en vigueur en 2006. Cette nouvelle donne force les acteurs publics et privés à poursuivre la chasse aux décibels.

Ce qu'ils ont fait pendant plus de six ans, notamment dans le cadre du programme *Silence(R)*, le plus grand projet européen consacré aux nuisances sonores de l'aviation, dont le budget global dépasse 110 millions €, financé à 50% par la CE. Eugène Kors, coordinateur du projet chez *Snecma*, en dévoile les tenants et aboutissants: «*Silence(R)* a validé des technologies pour réduire le bruit à la source. Ce fut une véritable réussite: avec les activités de recherche sur les procédures opérationnelles, le projet atteint une réduction du bruit de 5 dB, remplissant les objectifs à moyen terme de la *Vision 2020*.»



Lors de l'approche, la cellule est aussi bruyante que le moteur. Les sources sonores présentées sur l'image d'un Fokker 70 sont le train d'atterrissage (A), les volets – ou flaps (B) –, et le réacteur (C).

De l'aérodynamique...

Le bruit d'un avion provient des turbulences de l'écoulement d'air. Elles engendrent des variations de pression, générant à leur tour des ondes sonores de fréquences différentes. «Les principales sources de nuisance aérienne proviennent à la fois des éléments de la cellule et du moteur.»⁽²⁾ L'intensité sonore augmente durant les phases de décollage et d'atterrissage, car les bords de bord d'attaque, les volets et les trains d'atterrissage sont sortis.

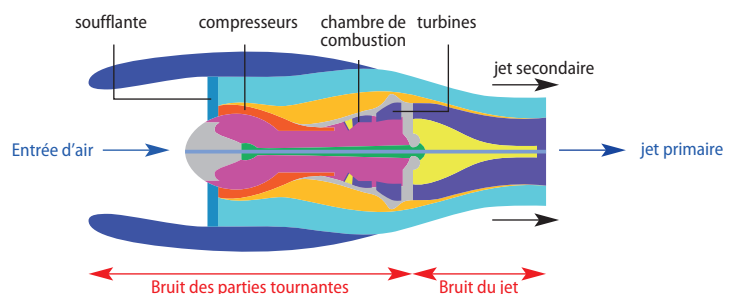
«Dans le domaine aérodynamique, *Silence(R)* a apporté des améliorations sur le train d'atterrissage, notamment avec les carénages.» Si l'impact de ces derniers retient l'attention des chercheurs depuis 1998, ils ne résolvent pas complètement le problème: l'aérodynamisme est plus efficace, mais les carénages complexifient et alourdissent les systèmes d'atterrissage.

Aujourd'hui, les ingénieurs orientent leurs travaux sur l'emplacement des canalisations le long des jambes de train ou sur la forme des roues et des moyeux afin de limiter les sifflements parasites qu'ils produisent. Ces recherches sont essentielles, car les trains d'atterrissage sont à eux seuls responsables de 50% des bruits aérodynamiques. «En phase d'approche, ces derniers ont une intensité équivalente aux bruits des moteurs.»

...et des moteurs

S'il est vrai qu'en approche, avec un rendement de 55%, le moteur n'émet que la moitié du bruit total, il reste le principal facteur de nuisance en vol. La majorité des ●●●

Origine du bruit moteur

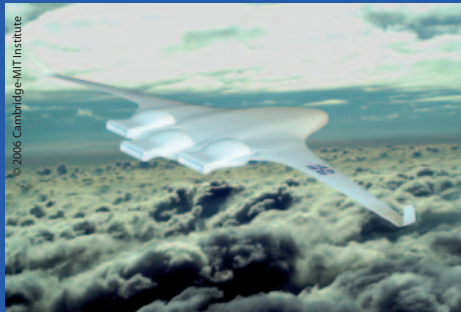


Silent Aircraft

Les avions silencieux du futur ne sont peut-être pas si loin. Conscients de la nécessité d'une évolution de grande envergure pour les transporteurs du ciel, plusieurs intervenants majeurs du secteur se sont mis à l'ouvrage pour introduire un concept entièrement neuf. Aux commandes de l'initiative Silent Aircraft (SAI), l'université de Cambridge (UK) et l'*Institut de Technologie du Massachusetts (MIT)* aux États-Unis, ont piloté la recherche d'avancées – et leur intégration à un concept d'avenir – pendant trois ans, de 2003 à 2006.

Avec sa forme d'aile delta, l'avion du futur pourra, selon ses concepteurs, transporter 250 passagers, et sera «inaudible» en dehors des limites de l'aéroport. En outre, il devrait consommer beaucoup moins de carburant que les avions actuels, car ses caractéristiques aérodynamiques contribueront sensiblement à sa portance.

Les innovations résident principalement dans un profil différent, une aile incurvée au corps large, et l'absence de queue pour réduire la traînée induite et les turbulences à l'arrière de l'appareil. Des courbes lisses dessinent les surfaces régulières d'une structure en composite léger pour augmenter la rentabilité énergétique en vol de croisière. Présenté en décembre 2006, le



projet inclut les moteurs dans la courbure des ailes, avec les entrées d'air situées au-dessus de la cellule. Les grandes industries ayant participé au projet – telles *Rolls Royce* et *Boeing* – espèrent que cet appareil révolutionnaire entrera en service vers 2030.

Le design d'un futur oiseau,
peu gourmand et silencieux.

● ● ● recherches validées par *Silence(R)* ciblent l'acoustique des systèmes de propulsion, en particulier les émissions sonores de la nacelle – carénage du moteur ou du réacteur –, un élément très critique au niveau sécuritaire car il subit la plupart des effets de la propulsion.

Pour piéger une partie des fréquences sonores, les acteurs de *Silence(R)* ont développé des traitements acoustiques des entrées d'air – *Negatively Scarfed Intake, NSI*. Une forme géométrique avec un angle de courbure de 10° modifie le modèle directionnel de la radiation sonore, afin de propager davantage de bruit vers le haut. Ce dispositif d'entrée d'air, monté sur un *Airbus A320* équipé de moteurs CFM56, a subi des tests en vol dans le cadre du projet et a permis des réductions sonores significatives, tant à l'approche qu'au décollage.

«Zero Splice», réussite sans collage

Mais le succès le plus immédiat est celui du développement de la technologie «Zero Splice». En effectuant des tests, les chercheurs ont observé une dispersion des ondes sonores

via les jointures des panneaux absorbants qui couvrent les parois internes de l'entrée d'air des moteurs. Ces panneaux canalisent les phénomènes aérodynamiques complexes qui s'y produisent, en particulier autour des pales.

Ces véritables barrières acoustiques sont normalement constituées de deux ou trois parties, dont les joints d'assemblage réduisent la performance acoustique. En plus de ne pas recouvrir entièrement la paroi interne, ces épissures transmettent des ondes sonores. Sources de résonances, elles entraînent des dispersions acoustiques, qui passent d'un mode circonferentiel vers d'autres modes, augmentant sensiblement le bruit perçu au sol.

Le principe de «Zero Splice» est simple: il s'agit d'un revêtement intérieur constitué d'une pièce unique, sans épissure ni raccord. Pour réaliser ce composant, les ingénieurs ont dû relever plusieurs défis, notamment au niveau de la conception et de la fabrication, incluant entre autres un moule rétractable. Lors des tests à échelle réelle d'une soufflante *Rolls-Royce*, les panneaux «Zero Splice» ont

obtenu des résultats très concluants, affichant une diminution significative du bruit. Développés par Airbus, les panneaux «Zero Splice» intégreront les conduits de la nouvelle génération des moteurs qui équiperont l'*Airbus A380*.

Déjà l'application industrielle

Un des avantages du nouveau revêtement est que la réduction sonore s'effectue surtout aux fréquences où le bruit est le plus intense. Par ailleurs, la masse comme la traînée restent inchangées, ce qui ne pénalise pas la consommation de carburant. L'*Airbus A380* pourrait transporter une masse supplémentaire de 10 tonnes sans faire plus de bruit. Au-delà de la flotte d'*Airbus*, cette technologie pourrait devenir un standard mondial.

Elle a en tout cas valu le 13^{ème} Décibel d'or à *Airbus* en décembre 2006. Ce prix aéronautique prestigieux saluait alors la réduction de 0.4 dB au décollage grâce à une diminution de la pression acoustique de la soufflante de 7 dB. «D'autres applications issues de *Silence(R)* devraient suivre de près ce premier succès d'application industrielle. Ce sont autant d'opportunités d'affaires et de bénéfices potentiels pour les producteurs et les clients.»

La révolution du silence

Mais au-delà de ces efforts à court et moyen termes et de leurs récompenses, les techniques de réduction sonore atteignent leurs limites sur les avions de ligne actuels. Construire des moteurs plus silencieux implique presque toujours un compromis diminuant leurs performances. Pour se hisser vers des objectifs plus ambitieux, il faudra alors complètement repenser la conception des avions.

Delphine d'Hoop

(1) Selon la version mise à jour en 2007 du livre stratégique *CALM, Research for a Quieter Europe in 2020*, Oct. 2004: www.calm-network.com/SP_2020_update07.pdf.
(2) Toutes les citations sont d'Eugène Kors.

i Silence(R)

51 partenaires – 16 pays (AT-BE-CH-DE-DK-EL-ES-FI-FR-IT-IR-NL-PT-RO-SE-UK)

www.sneema.com.

Silent Aircraft Initiative

www.silentaircraft.org



Les sens du travail

Comment les jeunes perçoivent-ils la vie active et quelle valeur lui accordent-ils? Quelle appréhension en avaient leurs aînés? Où se situe la «classe moyenne» des 30-50 ans? Peut-on réellement parler de «conflit des générations» dans le domaine du travail? Les chercheurs du projet européen SPReW⁽¹⁾ se penchent sur nos rapports sociaux.

Dans six pays (Belgique, France, Allemagne, Hongrie, Italie, Portugal), des équipes formées en majorité de sociologues analysent l'évolution des relations qui lient ou opposent les générations dans leur vie professionnelle. L'objectif est d'évaluer les transformations socioculturelles et l'impact institutionnel qui ont marqué les changements dans les liens de solidarité, ou l'apparition de tensions nouvelles, dans le champ du travail. Pour ce faire, les chercheurs ont étudié, plus largement, les relations intergénérationnelles, les structures familiales et le style de vie, la cohésion sociale, où transparaissent à la fois des rapports négatifs et positifs entre générations. «Nous nous sommes interrogés sur le statut des générations dans les mutations du rapport au travail. L'appartenance à une génération est-elle une dimension clé pour appréhender les relations entre groupes d'âge ou d'autres critères viennent-ils éclater ou rapprocher ces derniers?», précise Patricia Vendramin, coordinatrice du projet.

L'Europe, comme souvent, apparaît semblable et différente. Le point commun, qui semble marquer le plus profondément la réalité du travail... c'est sa rareté. Les plus jeunes et les plus âgés se trouvent à la même enseigne. C'est la «classe moyenne» des 30-50 ans qui rassemble les privilégiés de la vie active. Ce sont eux qui résistent le mieux (en s'adaptant) aux nouvelles exigences de flexibilité demandées aux salariés. C'est seulement lorsque les tâches sont sous-traitées ou que les pôles de production prennent le large que cette génération se trouve généralement désarmée. Quant aux jeunes femmes, de plus en plus diplômées, elles sont nombreuses à lutter en silence, au jour le jour, pour une inaccessible harmonie entre projet de vie et projet professionnel.

Quelques années de certitude

Le travail n'est plus ce long fleuve tranquille qui prit sa source lors des «Trente Glorieuses». Les plus âgés étaient alors respectés pour leur expérience. Ils jouaient un rôle stratégique pour l'intégration et la formation des plus

jeunes qui, tout naturellement, suivaient le même parcours. Les actifs d'antan (seniors actuels) avaient (ont) le sentiment d'appartenir à un «collectif». Ils s'identifiaient à leur groupe qui représentait une force – soit sous forme d'opposition symbolique à la hiérarchie, soit par un pouvoir de négociation via les syndicats. «Ce sentiment de solidarité était souvent plus important pour eux que la reconnaissance individuelle qui pourrait leur être offerte par l'entreprise. Leurs parcours personnel et professionnel étaient tout tracés et l'injonction à l'engagement subjectif dans le travail et l'auto-réalisation était peu présente.»⁽²⁾

Cette image d'Épinal n'est pas éternelle. Dans les années '70, déjà, une série de déséquilibres et de ruptures éclaboussent la croissance, les investissements, l'emploi. Les années '80 sont celles de l'insécurité, des changements sociaux, et les innovations technologiques ne sont peut-être qu'un des aspects les plus symboliques de la «modernité» en marche. Les premiers touchés sont les jeunes et les plus âgés. Les moins formés sont les plus vulnérables. En France, ●●●

●●● 37% des non qualifiés restent sans emploi cinq ans après avoir quitté l'école, contre 18% de ceux qui ont terminé des études secondaires et 8% des diplômés de l'enseignement supérieur.

Individualisme contre solidarité?

Tout au contraire de leurs aînés, les jeunes qui sont embauchés ces dernières années connaissent de plus en plus une individualisation des relations employeur-employé, des contrats à la carte et, dans les meilleurs des cas, des possibilités personnelles de se valoriser. Pourquoi s'identifieraient-ils à leurs pairs alors qu'ils se trouvent en plein cœur de la compétition? L'enquête allemande *Shell Jugendstudie*, qui a lieu tous les deux ans, montrait en 2002, dans le pays réunifié, que les garçons et les filles entamaient le nouveau millénaire avec la performance comme mot d'ordre. La majorité d'entre eux étaient passés de la primauté de l'écologie à celle de l'économie. Leur accomplissement personnel et les problèmes pratiques les préoccupaient plus que les réformes sociales.

«Néanmoins, ce constat d'individualisme ne concerne pas seulement les jeunes générations et, malgré la vision pessimiste qui l'accompagne souvent, il ne signifie pas pour autant un rejet de la solidarité ou de la coopération au travail (ou hors travail). Selon les chercheurs, l'engagement solidaire est souvent évalué à partir de catégories anciennes qui sont aveugles aux formes contemporaines d'engagement collectif et de solidarité.»

Présent-passé

Comment se passe, aujourd'hui, la cohabitation inter-génération? Pour les jeunes, les travailleurs expérimentés peuvent incarner une réussite difficile à atteindre ou, au contraire, symboliser un «anti-modèle». Aux yeux des aînés, les «nouveaux» représentent une menace pour leur emploi – notamment en cas de restructuration. Certains analystes décèlent une lutte pour le pouvoir entre générations, d'autres un compagnonnage obligé souvent voué à l'échec. Beaucoup d'analystes négligent également le poids et le rôle de la génération «intermédiaire» des 30-50 ans. Mais ce sont avant tout la gestion, la politique des ressources humaines et l'organisation qui déterminent la vie d'une entreprise. L'harmonie est affaire de stratégie managériale.

Analyser, comparer, suggérer

D'une durée de deux ans (2006-2008), *SPReW* analyse, dans six pays, les transformations du rapport au travail des différentes générations. Cette approche débouche sur une vaste collecte de données empiriques, une sélection et une évaluation de «bonnes pratiques», et une analyse comparative transnationale de ces questions. Une trentaine d'interviews individuelles et collectives, menées dans chaque pays, complète ce travail. L'étape finale sera l'élaboration de lignes directrices et recommandations pour une meilleure gestion des âges et des relations entre générations. Ces recommandations seront discutées dans le cadre de rencontres-débats, dans chaque pays partenaire et au niveau européen. Ces ateliers rassembleront des décideurs publics, des acteurs sociaux intéressés et des chercheurs. Plusieurs documents téléchargeables sont déjà accessibles sur le site du projet.

Mais, quelle que soit sa génération, la relation d'un individu au travail dépend aussi de son parcours, de son environnement social, de ses expériences personnelles et de leurs traces plus ou moins conscientes, du contexte historique dans lequel il a baigné. La Hongrie est un bon exemple de cette «mixité». On peut trouver, dans la même équipe, des personnes qui ont vécu le socialisme pur et dur, d'autres qui ont été élevées dans un «communisme *goulasch*», plus laxiste, et ceux qui n'ont connu que «la liberté». Les anciens n'ont jamais rencontré le chômage et leur savoir s'est dévalorisé. Les plus jeunes ont grandi sans traditions ni repères et pourraient bien être (avec les ex-Allemands de l'Est) les plus individualistes des jeunes Européens.

L'éthique de l'authenticité

Analysant la jeunesse, considérée souvent comme égocentrique et négative, Charles Taylor, professeur de philosophie politique à l'Université McGill de Montréal (Canada), parle d'*éthique de l'authenticité*. «Cette éthique particulière peut expliquer leur faible investissement ou même leur risque de désengagement lorsqu'ils se sentent contraints à effectuer une tâche sans être reconnu pour leur travail, ou sans y trouver de l'intérêt. Les jeunes peuvent, par ailleurs, être motivés lorsque leur aptitude à prendre des initiatives est prise en compte et quand leur travail leur permet d'exprimer leur potentiel et leur besoin de trouver un sens à la vie.»

Le piège, ici, se trouve dans le surinvestissement dans le travail, notamment chez les cadres, et, selon les chercheurs, dans les nouvelles formes d'organisation comme celles en vigueur dans les entreprises des technologies

de l'information et de la communication, du multimédia, de la communication ou du conseil.

Le havre familial

Si la solidarité intergénérationnelle pèse peu dans l'entreprise, elle se renforce, par contre, au niveau familial, pour des raisons plus matérielles qu'affectives, selon les enquêteurs de *SPReW*. Les jeunes restent longtemps chez leurs parents – qu'ils étudient ou qu'ils soient sans emploi. L'Italie bat en cela les records, avec 60,2% des 18-34 ans dans ce cas (chiffres de 2005). Vivre ainsi, c'est aussi perdre de son autonomie, ne pouvoir fonder un foyer, être financièrement dépendant. Tous ces facteurs psychologiques ne sont pas, non plus, étrangers à l'attitude que quelqu'un peut avoir vis-à-vis du monde du travail. L'existence à court terme, limitée à un petit cercle rassurant (amis, famille, associations de volontaires, participation à des projets au jour le jour) ne ressemble en rien à la projection dans un engagement collectif et à long terme que l'on rencontrait dans les années '80.

«L'aspect déconcertant des trajectoires de jeunes tient également à une dé-standardisation croissante des parcours de vie et une individualisation de ceux-ci, qui ne peuvent pas être lues uniquement en termes de perte.»

● C.R.

(1) *Social Patterns of Relation to Work*, projet impliquant en majorité des chercheurs mais auquel participaient également des membres du ministère français du Travail et de l'Agence de développement social de la Confédération européenne des syndicats.
(2) Toutes les citations sont de Patricia Vendramin.



8 partenaires – 6 pays (BE-DE-FR-HU-IT-PT)
www.ftu-namur.org

Asthme et allergies: gros plan sur les leucotriènes

En juillet dernier, des chercheurs européens ont dévoilé, avec une précision encore jamais atteinte, la structure du leucotriène C_4 synthase (LTC_4 synthase). Cette enzyme intéresse de près les scientifiques car elle joue un rôle clé dans le processus complexe régissant certaines allergies, notamment l'asthme. Une découverte prometteuse, résultat de la collaboration entre deux projets de recherche européens.



A quoi ressemble le leucotriène C_4 synthase? Déterminer avec un maximum de précision la silhouette tridimensionnelle de cette protéine membranaire a occupé durant plus de huit années des chercheurs impliqués dans les deux projets européens *Eicosanox* et *E-Mep*. L'élucidation de sa structure à une résolution de 2 Å⁽¹⁾, une première mondiale, constitue une avancée de taille vers le développement de nouvelles thérapies destinées à combattre des allergies telles que la rhinite allergique – le «rhume des foin» – et certaines formes d'asthme. Le LTC₄ synthase est, en effet, une enzyme essentielle à la synthèse du leucotriène C₄ (LTC₄), un médiateur chimique qui agit comme bronchoconstricteur et qui est produit en excès par les patients atteints par les pathologies de ce type. Maîtriser la production du LTC₄ permettrait de déjouer les mécanismes inflammatoires complexes propres à l'asthme et à la rhinite allergique, car cette hormone est responsable de la fermeture du calibre des bronches et de la surproduction de mucus.

Contre l'origine de la maladie

«Cette nouvelle image de LTC₄ synthase nous fait découvrir une molécule constituée de trois sous-unités identiques, chacune formée par cinq structures en forme de spirale», explique Jesper Z. Haeggström, professeur de

biochimie au *Karolinska Institut* (SE) et coordinateur principal d'*Eicosanox*. «Nous sommes ainsi parvenus à déterminer la position exacte et les caractéristiques des sites actifs de l'enzyme. La localisation de ces emplacements, où viennent se greffer les molécules activatrices ou inhibitrices, rend désormais possible la synthèse de nouvelles protéines spécifiquement conçues en vue de bloquer l'action de LTC₄ synthase, et par conséquent la synthèse du LTC₄ qui intervient dans le rhume des foin et l'asthme.»

La plupart des médicaments actuellement prescrits pour ces pathologies s'attaquent aux symptômes causés par la surproduction de leucotriènes. Récemment, des anti-leucotriènes tels que le *Montelukast* sont apparus sur le marché, mais leur efficacité reste limitée car ils ne ciblent pas le mécanisme de production de manière assez précise. Mieux connaître le LTC₄ synthase rend donc possible l'apparition de substances parfaitement adaptées à la pathologie.

«Nous travaillons sur LTC₄ synthase depuis 1999, bien avant le lancement des projets *Eicosanox* et *E-Mep*. Nous avons inséré ce sous-programme au sein d'*Eicosanox* en réponse aux nouvelles orientations du sixième programme-cadre qui préconisaient de tendre également vers des objectifs de recherche fondamentale, à plus hauts risques d'échec. Ce sous-programme représente donc une des aspirations les plus audacieuses

d'*Eicosanox*. La publication de nos résultats au sein du magazine *Nature* constitue une véritable réussite, l'aboutissement d'un travail de longue haleine achevé près de deux ans avant la fin du projet global», se réjouit Jesper Z. Haeggström.

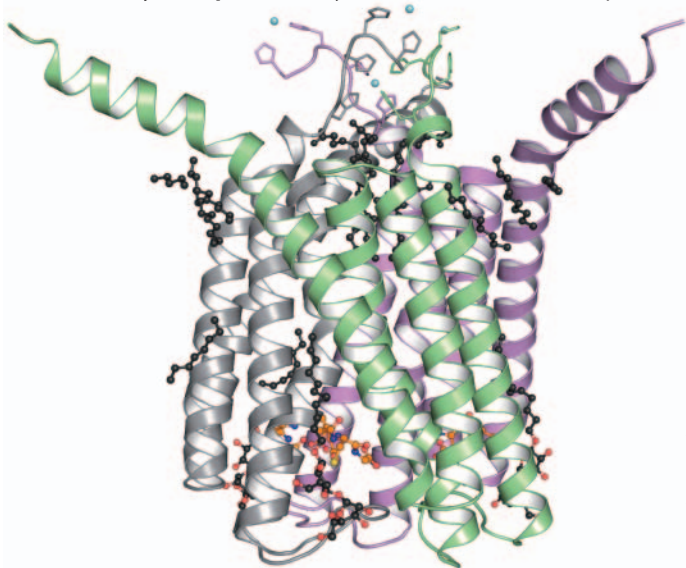
Sur le front moléculaire

Deux ambitieux projets de recherche sont à l'origine de cette réalisation scientifique européenne d'exception. *Eicosanox* vise à mieux comprendre le fonctionnement de deux types de médiateurs chimiques au sein de notre organisme: les eicosanoïdes et le monoxyde d'azote (NO). Ces molécules jouent un rôle non négligeable dans de nombreux mécanismes physiologiques en tant que régulateurs de l'inflammation, de la douleur ou encore de la fièvre. Elles interviennent également comme des acteurs clés responsables de certains dysfonctionnements cardio-vasculaires, cérébraux ou encore tumoraux, d'où l'intérêt tout particulier que leur portent les chercheurs d'*Eicosanox* et, de manière indirecte, la Commission européenne, qui a débloqué pas moins de 10 millions € pour le projet.

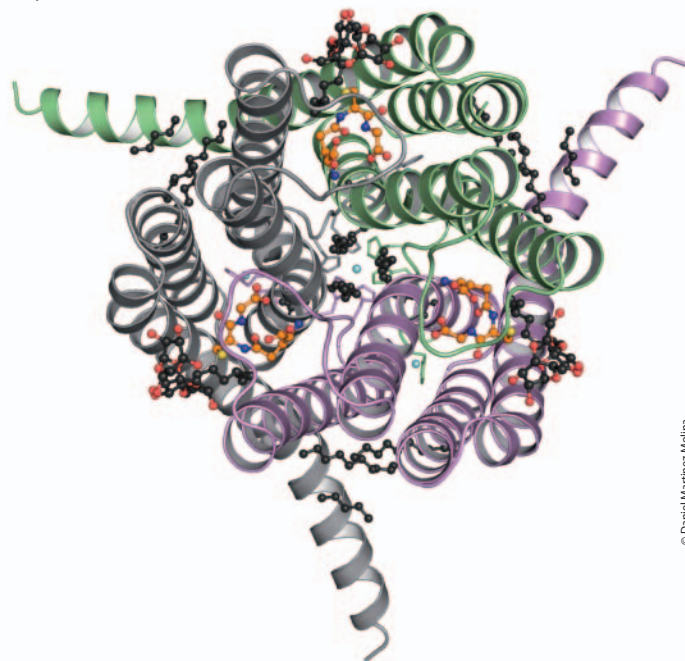
E-Mep, quant à lui, est le consortium européen des protéines membranaires, une vaste plate-forme de recherche dont le but est de surmonter les écueils technologiques qui freinent l'élucidation de la structure de ce type de

A gauche: vue frontale de LTC₄ synthase au sein de la membrane cellulaire. En gris, vert et violet, les trois protomères (sous-unités) composant cet homotrimère (protéine constituée de 3 sous-unités).

A droite: vue cytosolique du LTC₄ synthase. Les sites actifs sont représentés par des points.



© Daniel Martinez Molina

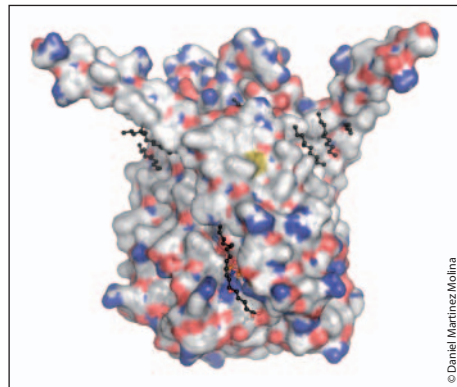


© Daniel Martinez Molina

protéines. Quelque 40% des protéines d'intérêt pharmaceutique sont, en effet, des protéines membranaires et un quart du génome humain est dédié à leur synthèse. Situées dans les membranes de toutes nos cellules, ces molécules remplissent une variété de fonctions, notamment en matière d'échange entre le milieu intra et extracellulaire. Comme elles interviennent dans nombre de maladies, mieux les connaître permettra l'apparition de nouveaux traitements, en particulier pour des pathologies incurables telles que la mucoviscidose ou la maladie d'Alzheimer.

Le coup de pouce interpersonnel

Tout ceci n'explique pas comment *Eicosanox* et *E-Mep* ont été amenés à coopérer. «Rien de plus simple», raconte Jesper Z. Haeggström, «Pär Nordlund, professeur de biochimie et de biophysique à l'université de Stockholm (SE) et chercheur au sein d'*E-Mep* est un vieil ami. Constatant que nos objectifs de recherche se recoupaient dans le cas de LTC₄ synthase, nous avons tout naturellement décidé de joindre nos efforts.» Rien de tel, donc, qu'un petit coup de pouce personnel pour stimuler les collaborations inter-projets. Collaborations qui, malgré les efforts communautaires destinés à promouvoir une certaine transversalité en matière de recherche scientifique, sont plutôt rares au sein de l'*Espace*



Représentation de la surface de LTC₄ synthase.
Chaque couleur symbolise un type de molécule.

européen de la recherche (EER). Or, selon Jesper Z. Haeggström, l'expérience n'a nécessité aucune autorisation particulière, ce qui, vu la lourdeur administrative propre à l'UE, devrait réjouir les chercheurs européens. ●

Julie Van Rossom

(1) 1 Å = 1 ångström = 10⁻¹⁰ mètre



Eicosanox

12 partenaires – 7 pays (SE, DE, IT, UK, IE, ES, CA)
www.eicosanox.org

E-Mep

18 partenaires – 6 pays (UK, FR, DE, SE, CH, NL)
www.e-mep.org

Portrait d'une protéine: tout un programme

Élucider la structure d'une protéine peut, comme dans le cas de LTC₄ synthase, représenter un véritable travail de bénédictin. Tout commence par l'isolement de la partie d'ADN en charge de la synthèse de la molécule et le clonage de ce fragment en un grand nombre de copies. Il faut ensuite trouver un moyen de faire travailler ces répliques pour produire la protéine dans un système d'expression adéquat. Pour ce faire, le fragment est inséré dans une cellule hôte – dans la plupart des cas une bactérie ou une levure – ce qui lui permet de s'exprimer tout comme il le ferait dans des conditions naturelles. Une fois la protéine produite et extraite, il faut encore la stabiliser à l'aide de détergents afin d'éviter qu'elle ne se disloque.

Ces étapes réalisées, reste à cristalliser – ou solidifier – la molécule désormais emprisonnée au sein d'une goutte d'eau. Les chercheurs utilisent ici la technique de *croissance cristalline en phase vapeur*, qui consiste à placer la goutte d'eau renfermant le cristal de la protéine dans un récipient contenant une substance hygroscopique, qui absorbe l'humidité. Phase finale de ce jeu de patience: faire la photographie du cristal à l'aide de rayons X. L'excellente résolution de 2 Å obtenue par les chercheurs d'*E-Mep* et d'*Eicosanox* a ici été rendue possible par l'utilisation de l'*Installation Européenne de Rayonnement Synchrotron (ESRF)*, un énorme générateur de rayons X basé à Grenoble.





Matière grise en action au Rudolph Grims group de l'Institute for Quantum Optics & Information (IQOQI – AT). Le groupe est pionnier dans la recherche sur les «condensats» de Bose-Einstein.

Où en est la révolution quantique?

La fusion des sciences de l'information et de la physique quantique pour concevoir des supercalculateurs et des réseaux de communication inviolables est-elle un vaste rêve ou une réalité prochaine? Les avancées obtenues en laboratoire et à petite échelle – aussi prometteuses soient-elles – ne dissimulent pas les obstacles technologiques à surmonter pour que se concrétise ce nouvel âge «révolutionnaire» de la société de l'information et de la communication.

William D. Phillips, prix Nobel de physique en 1997, estime que l'informatique quantique «représente une rupture encore plus radicale que celle qui sépare les ordinateurs actuels de l'abaque de nos ancêtres». David Deutsch, professeur de physique à l'université d'Oxford et pionnier de l'informatique quantique, considère pour sa part que «l'âge de l'informatique n'a pas encore véritablement commencé.» Ce qu'entrevoient ces chercheurs est une formidable mutation: un basculement dans le monde quantique car l'exploitation

des propriétés singulières de cette physique ouvre des voies inenvisageables pour les technologies classiques.

Si l'Europe n'investit que huit millions € par an dans ces recherches (contre 75 pour les États-Unis), elle a cependant su créer une véritable communauté de recherche au sein de laquelle se coordonnent une multitude de travaux abordant tous les domaines de l'information quantique. Ainsi, avec 38 millions de subventions pour le 6^{ème} programme-cadre, le *cluster Quantum Information Processing and Communication (QIPC)* fédère trois projets

intégrés (*SCALA*, *EuroSQIP*, *QAP*) portant sur l'informatique quantique, huit projets de plus petite taille mêlant informatique, communication et sciences de l'information, ainsi qu'un vaste projet intégré (*SECOQC*) visant à développer un réseau global de communications sécurisées basé sur la cryptographie quantique.

Force et faiblesse de l'information quantique

Dans sa manière de représenter l'information primaire, l'ordinateur quantique diffère radicalement d'une machine classique, dont l'unité d'information est le «bit» de valeur «0» ou «1», exprimé par le blocage ou le passage d'un courant microélectronique. Le calculateur quantique s'appuie, lui, sur des «bits quantiques», ou «qubits», valant *à la fois* «0» et «1». Qu'il soit porté par un photon, un ion, un atome ou tout autre objet régi par les lois de la mécanique quantique, le qubit «superpose» cette dualité d'états durant la totalité d'un calcul.

La puissance de calcul d'une telle machine est donc exponentielle en fonction du nombre de qubits: le processus se réalise sur les deux valeurs possibles pour l'ensemble des qubits. Mémoire et puissance sont décuplées.

Vision du futur

« **A**ujourd'hui, les expérimentations portent sur des processeurs à 2-4 qubits utilisant des supra-conducteurs solides. L'espoir est de donner naissance à des processeurs à 3 ou 4 qubits d'ici cinq ans, extensibles à 10 d'ici 10 ans. D'autres équipes travaillent sur des supports à base de semi-conducteurs, une technologie concurrente offrant des perspectives intéressantes. Dans 20 ans, nul ne sait où en sera ce domaine de recherche. Peut-être que des machines de 20 à 50 qubits seront alors disponibles ou peut-être l'informatique quantique aura-t-elle été abandonnée... Quoiqu'il en soit, la recherche sur les technologies quantiques a encore de beaux jours devant elle. Des instruments comme les coprocesseurs quantiques, les relais pour les communications, les détecteurs ou les capteurs quantiques ouvrent de nouveaux développements pour élaborer des outils destinés à compléter et à améliorer des dispositifs classiques. »

(Göran Wendin, coordinateur du projet EuroSQIP)



La mémoire vive d'un ordinateur de bureau se compte en milliards de bits, alors qu'un processeur quantique de quelques centaines de qubits coderait théoriquement une quantité d'information égale au nombre d'atomes de l'Univers.

Cette superposition, clé de la puissance de ces machines, est aussi leur talon d'Achille. Qu'un qubit entre en contact avec un élément extérieur ou qu'une interaction non contrôlée intervienne entre deux qubits, et la superposition s'évanouit. Un phénomène que les physiciens appellent *décobérence*. La superposition doit impérativement être maintenue pour que le calcul s'exécute en parallèle sur toutes les combinaisons d'états possibles portées par l'ensemble des qubits.

Pour quelques qubits de plus

Or, plus nombreux sont les qubits, plus ils risquent d'interagir entre eux, et plus les technologies pour contrôler ces interactions et conserver la superposition sont difficiles à mettre en œuvre. Entre 1998 et 2006, plusieurs équipes américaines ont réalisé des machines expérimentales de 2, 7 puis 12 qubits, contrôlées par résonance magnétique nucléaire (RMN) et portées par des cristaux liquides. « Il est probablement impossible de dépasser une vingtaine de qubits avec cette approche », estime Göran Wendin, coordinateur d'EuroSQIP. Cette voie n'est donc pas poursuivie par la communauté QIPC, qui s'oriente, entre autre, vers des qubits portés par des circuits supraconducteurs ou des impuretés piégées dans des semi-conducteurs à l'état solide. Réaliser une machine basée sur ces principes serait déjà une importante avancée, même si le nombre de qubits reste limité. Pour EuroSQIP, le moyen terme se situerait entre 5 et 8 qubits, avec l'espoir de l'étendre jusqu'à 128 dans le futur. D'autres pistes poursuivies par les projets SCALA et QAP envisagent de piéger des ions ou des atomes pour porter les qubits. Les solutions technologiques poten-

superposition des états quantiques des deux particules s'évanouit!

Comme ces états quantiques intriqués servent de clé de cryptage, les perdre revient à en perdre la clé. La méthode de sécurisation consiste à partager entre émetteur et récepteur un couple de particules préalablement intriquées. L'émetteur se sert alors de l'état quantique de sa particule pour crypter son message qu'il envoie par un canal classique. Cet état est instantanément *téléporté* à celle du récepteur qui n'a plus qu'à utiliser la clé transmise pour décrypter le message.

Longues distances impossibles

Le premier défi de la communication quantique réside dans la difficulté à transmettre sur de longues distances des particules et leurs états quantiques, donc des particules intriquées. Des photons véhiculés par fibres optiques ne pourront, dans l'état des connaissances, que franchir une petite centaine de kilomètres, les expériences en laboratoire n'ayant aujourd'hui pas dépassé les 50 km. Une option actuellement à l'étude envisage de placer des relais quantiques afin de segmenter les canaux de ● ● ●

Vue rapprochée du premier piéger d'ions de l'IQOQI (AT), qui a réussi, en 2005, à expérimenter et définir physiquement le vecteur d'information du quantum byte, réalisant ainsi une étape importante du développement d'une informatique quantique en devenir.

tielles foisonnent et l'enjeu pour QIPC est d'en explorer les plus porteuses.

Sécuriser les communications

Si le principe de superposition est au cœur de la technologie des ordinateurs quantiques, il en est de même avec celui d'*intrication*, fondement de l'application de cette physique au domaine de la communication. En faisant interagir deux particules, se crée une relation quantique qui rend leurs états interdépendants, quelle que soit la distance qui les sépare. Cette dépendance, les chercheurs l'exploitent pour sécuriser une communication, puisque la relation d'intrication est théoriquement parfaitement inviolable. Qu'un œil indiscret réalise une observation sur l'une des deux particules, et la

Un ordinateur quantique en réseau

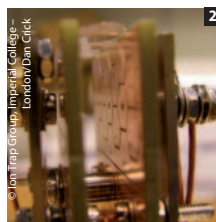
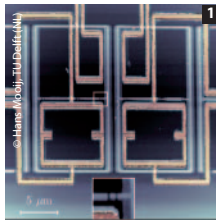
Les chercheurs du projet SECOQC souhaitent exploiter l'intrication et développer une architecture de réseau distribuée pour répartir les calculs sur plusieurs machines. Chaque qubit transmet son état aux autres par la relation d'intrication qu'ils partagent, indépendamment de la machine sur laquelle ils se trouvent. Si les architectures distribuées en réseau classique (les *Grids*) obligent à repenser sans cesse diverses structures de l'informatique, la mise en réseau d'ordinateurs quantiques reste, elle, cohérente avec le fonctionnement même de ces machines. Un calcul quantique étant l'interaction contrôlée d'un ensemble de qubits, que ces derniers soient réunis au sein d'une même machine ou répartis dans un réseau relié par l'intrication des qubits ne change pas grand-chose. Le réseau se comporte alors comme un gigantesque ordinateur.

● ● ● communication et limiter les distances à quelques dizaines de kilomètres.

D'autres études s'intéressent à des transmissions de photons par des faisceaux optiques dans l'atmosphère (ou l'espace). Le succès obtenu par une équipe européenne en 2007 ayant réussi à transférer un photon intriqué sur 144 km et à exploiter cette liaison quantique pour générer une clé de cryptage ouvre des perspectives prometteuses. L'objectif est d'atteindre la faisabilité à l'échelle des liaisons satellites, mais le pas qui mènera à une technologie exploitable n'est pas encore franchi.

Les techniques impliquées sont nombreuses et lourdes, d'une extrême précision, et les bases théoriques encore incomplètes. Expérimenter reste complexe et fort coûteux. Pourtant, dans le monde entier, les responsables scientifiques veulent y croire et investissent des centaines de millions € chaque année. Est-ce juste le formidable débouché technologique qui motive ce financement ou faut-il chercher dans cet engouement une fascination scientifique pour les clés de passage entre deux domaines majeurs des sciences du 20^{ème} siècle: la physique quantique et les sciences de l'information? Une fusion qui, selon Jozef Gruska, professeur à l'Université Masaryk de Brno (CZ) et pionnier de l'informatique en Europe, «promet de considérables avancées, dans les sciences de l'information et dans la compréhension de la nature quantique de notre Univers.»

François Rebufat



1 Vision micro-métrique d'un circuit de 2 qubits basé sur des jonctions supraconductrices à effet Josephson (voir rectangle). Stockée dans les boucles intérieures sous forme de courants électriques quantiques associés à un flux magnétique, l'information est recueillie par les circuits apparaissant en blanc qui «lisent» son contenu magnétique.

2 Appareillage de piégeage ionique développé par le projet SCALA. L'une des voies de l'informatique quantique consiste à utiliser des champs électromagnétiques agissant comme des attracteurs d'ions et à arriver à les faire «sauter» d'une zone de piégeage à l'autre.



QIPC

cordis.europa.eu/ist/fet/qipc-eu.htm

SCALA

27 partenaires – 9 pays (AT-DK-FR-DE-IT-IL-PL-UK-ES)

www.scala-ip.org

EuroSQIP

16 partenaires – 7 pays (FR-NL-DE-IT-CH-AT-RU)

mina4-49.mc2.chalmers.se/~eurosqip/

QAP

35 partenaires – 16 pays (AU-AT-BE-CA-DK-FR-DE-IT-IL-NK-PL-SK-CH-UK-ES-SE)

www.qubitapplications.com

SECOQC

40 partenaires – 11 pays (AT-BE-CZ-DK-FR-DE-IT-RU-CH-SE-UK)

www.secoqc.net

Une autre ph

Pionnier des sciences de l'information, Jozef Gruska est avant tout un théoricien qui cherche à dépasser les frontières tant géographiques que celles des idées.

Professeur à l'Université Masaryk de Brno (CZ), ses travaux l'amènent à côtoyer des chercheurs du monde entier et à dépasser les paradigmes classiques pour développer une science de l'information intégrant les grands domaines scientifiques.

La convergence de la physique quantique et des sciences du traitement de l'information est au cœur de cette démarche.



L'informatique quantique fait parler d'elle régulièrement depuis quelques décennies. Où en est-on exactement?

Quand les premiers concepts théoriques d'ordinateurs quantiques sont apparus en 1985, à peine une douzaine de spécialistes s'y sont réellement intéressés. C'est seulement entre 1993 et 1996 que cette discipline a reçu une attention particulière avec, entre autres, la découverte de la téléportation quantique et la conception de codes de correction d'erreur pour lutter contre son ennemi numéro un: la décohérence.

Aujourd'hui, les progrès réalisés vont bien au-delà de ce qu'auraient pu rêver les pionniers des années '90, mais la réalité reste encore très éloignée des espoirs portés par certains. Même si les découvertes se succèdent, les difficultés restent considérables. Aujourd'hui, les processeurs expérimentaux se limitent à une dizaine de qubits. Il est probable que des progrès significatifs soient prochaine-

Jozef Gruska – «La science de l'information quantique est le mariage entre les deux domaines scientifiques les plus importants du 20^{ème} siècle, l'informatique et la physique quantique. Il serait très surprenant que cette alliance n'ait pas d'importantes conséquences.»

Physique de l'Univers

ment réalisés. Les technologies susceptibles de les porter ne sont pas encore clairement identifiées, mais les perspectives s'orientent vers des supports à l'état solide: des semi-conducteurs ou des supraconducteurs.

Le domaine de la cryptographie quantique montre des résultats considérables. Des systèmes de cryptographie quantique sont déjà commercialisés et offrent une sécurité qualifiée d'*inconditionnelle*: le niveau de sécurité n'est pas dépendant de la puissance de calcul de la machine tentant de forcer la clé, ce qui n'est pas le cas des systèmes classiques actuels. Cependant, la sécurité informatique est un domaine fort complexe en pleine évolution. Je serais assez tenté de reprendre le point de vue avancé par le cryptographe Adi Shamir il y a quelques années au sujet de la sécurité: «Nous avons gagné de nombreuses batailles, mais nous perdrons la guerre.» Le rôle que jouera la cryptographie quantique dans cette guerre est une question largement ouverte...

L'introduction des concepts de la mécanique quantique dans les sciences de l'information constitue-t-elle une révolution?

Ces concepts, comme l'intrication quantique, sont déjà difficilement compatibles avec la vision issue de la physique classique que nous avons du monde. Einstein ne pouvait accepter les principes d'intrication et d'action non locale. Les sciences de l'information quantique tentent de les exploiter et nous commençons tout juste à découvrir ce que sont ces mystérieuses propriétés du monde quantique.

Dans le domaine des communications, l'utilisation de l'intrication est une avancée impressionnante, comme le montre le concept de téléportation quantique. Plus généralement, l'intrication permet de réaliser ce qui n'est pas faisable dans le monde classique. Combiné au principe de superposition, il induit aussi des idées surprenantes. Par exemple, un «calcul quantique» se résume à une série de mesures. Une mesure positionne le processeur pour initialiser les valeurs d'entrée possible. Une autre vient simuler un circuit quantique qui «réalise

le calcul, et une troisième récupère le résultat. Calculer revient donc à mesurer, une idée impensable dans le monde classique.

L'informatique quantique bouleverse les théories qui fondent aujourd'hui les sciences de l'information. Des fonctions, considérées par les théories classiques comme difficiles voire impossibles à calculer, pourraient devenir facilement calculables pour les sciences de l'information quantique. Les recherches en cours dans ce domaine promettent encore de nombreuses découvertes et personne ne sait vraiment sur quoi elles déboucheront. Ce fut déjà le cas avec les sciences de l'information classiques dont personne ne pouvait estimer l'impact et les avancées il y a 50 ans. La science de l'information quantique est le mariage entre les deux domaines scientifiques les plus importants du 20^{ème} siècle, l'informatique et la physique quantique. Il serait très surprenant que cette alliance n'ait pas d'importantes conséquences.

L'informatique quantique va-t-elle remplacer sa grande sœur classique?

Sans doute personne ne considère-t-il aujourd'hui l'informatique quantique comme une alternative à l'informatique classique ouvrant la voie d'une génération radicalement nouvelle d'ordinateurs. Il s'agit plutôt d'améliorer les machines actuelles par le biais de machines hybrides. Un résultat théorique intéressant mentionne qu'ajouter un seul qubit à un modèle d'automate fini (le modèle théorique d'un ordinateur) donnerait naissance à un automate hybride beaucoup plus puissant que son équivalent classique. Une version quantique de la loi de Moore, qui prévoit un doublement de la puissance des ordinateurs tous les 18 mois, pourrait être que le nombre de qubits augmente d'une unité sur la même période. Dans ce cas, la puissance serait effectivement doublée...

Cette fusion entre mécanique quantique et sciences de l'information a-t-elle un impact sur la façon dont les physiciens entrevoient leur science et la nature?

La physique et les sciences de l'information sont deux fenêtres pour tenter de comprendre

notre Univers. La première s'intéresse à l'organisation de la matière, la seconde au traitement de l'information qu'elle peut véhiculer. Les relations entre ces deux mondes ne sont ni simples ni évidentes. Les philosophes ont longuement débattu sur la dualité «matière-esprit». Sa forme moderne serait peut-être «matière-information». J. A. Wheeler, un des collaborateurs d'Einstein, n'hésitait pas à dire que sa vie de physicien fut divisée en trois périodes. Durant la première, tout était particules. Pendant la seconde, tout devint champs. La troisième fut porteuse d'une nouvelle vision de la physique où tout devint alors information. Peut-être la nature de l'information est-elle la clé d'une vision unifiée du monde physique pour laquelle la mécanique quantique serait un moyen de description pertinent. Les sciences de l'information quantique offrent à la physique de nouveaux concepts, modèles, outils, images et paradigmes pour amener une meilleure compréhension du monde quantique et de sa physique.

Un autre objectif, plus technique, consiste à apprendre à isoler, manipuler et transmettre des particules. Beaucoup de domaines scientifiques pourraient en bénéficier dans leurs tentatives d'appréhender la nature au plus profond d'elle-même, au niveau quantique.

Comment se positionne la recherche européenne dans ce domaine?

Globalement, le travail est bon. Je dirais même très bon par rapport à ce qui est fait en physique classique. Néanmoins, l'accent est principalement mis sur le côté «quantique» et moins sur l'aspect «traitement de l'information». La recherche dans ce domaine est menée comme l'est la recherche européenne en général: avec un large point de vue et en produisant un abondant savoir. Il manque néanmoins les structures de pilotage comme savent les mettre en place les Américains... et aussi les moyens pour attirer les meilleurs chercheurs mondiaux. ●

F.R.

L'enjeu des étoiles

Comment l'Europe peut-elle conserver son rang d'excellence en astronomie? La question – tout comme celle des stratégies qui en découlent – est posée par le groupe de réflexion Astronet dans son récent rapport «A Science Vision for European Astronomy».

L'Europe est aujourd'hui l'une des têtes de pont de l'astronomie mondiale. Ce succès s'est construit sur la mise en commun des ressources dispersées de l'Union, entre autres par la création de l'*Observatoire européen du Sud (ESO)*, pour l'astronomie au sol, et l'*Agence spatiale européenne (ESA)*, pour l'astronomie spatiale. Soutenu par la Commission, le groupe *Astronet* vise à réunir l'ensemble des forces exploratrices européennes afin qu'elles travaillent de concert sur l'entièreté de la chaîne astronomique. Celle-ci va des cibles étudiées en astrophysique – du système solaire à l'Univers – jusqu'à l'ensemble des moyens d'observation «sol/espace» existants ou à mettre en œuvre, en choisissant aussi dans la gamme immense des observations possibles (de la lumière aux ondes gravitationnelles).

En raison des moyens techniques et économiques nécessaires, le souhait de repousser les limites des connaissances en astronomie ne peut plus être le fait d'équipes isolées. Il exige une mobilisation internationale de scientifiques, comme c'est d'ailleurs déjà le cas en physique des particules, à l'instar du *CERN*.

Les petits télescopes de l'Observatoire de l'ESO, à La Silla (Chili), sous la Voie Lactée.

«Il est désormais admis que les futurs grands investissements en astronomie ne prendront place que dans le cadre de collaborations entre les pays de l'Union. La manière dont cette tendance évoluera dépendra des événements politiques et économiques», souligne Johannes Andersen, président du conseil d'Astronet et directeur du *Nordic Optical Telescope* à l'île de La Palma aux Canaries (ES).

Les retombées de la science pure

Quand on lui suggère que l'astronomie peut paraître une science particulièrement coûteuse et peu «rentable», Johannes Andersen estime que cette vision des choses est trop simpliste. «Nos recherches ne sont pas tellement onéreuses, si on les compare à des sciences comme la physique des hautes énergies. L'astronomie a des retombées pratiques aussi – la possibilité de prédire des éruptions solaires, par exemple – et fait travailler des entreprises de très haute technologie pour ses équipements. Lorsqu'elle nous permet de réaliser que seul 5% du contenu de l'Univers est fait de matière ordinaire, ses travaux contribuent de façon essentielle à la physique fondamentale. En outre, c'est une des sciences qui fascine le plus, depuis son origine...»

Des questions à vingt ans

Astronet vient d'identifier «les questions astronomiques clés auxquelles des réponses peuvent être apportées au cours des vingt prochaines années en combinant observations, simulations, expérimentations, interprétations et théories». À commencer par l'Univers extrême et l'observation des trous noirs, ces monstres dont la gravité est si forte que même la lumière ne peut s'en échapper. Ou, à l'inverse, celle des sursauts gamma, les événements les plus lumineux de l'Univers. Également au programme, la nature de l'énergie sombre ou de la matière noire. Ces deux entités constituent plus de 95% du contenu de l'Univers sans que personne ne sache vraiment ce qu'elles sont...

Un autre enjeu à explorer est la formation et l'évolution des galaxies. Comment sont apparues les premières concentrations de matière ayant servi de «graines» aux galaxies? Comment ces dernières ont-elles évolué pour aboutir, entre autres, à notre Voie Lactée? De même pour la formation des étoiles et des planètes. C'est au cœur des astres que se sont

forgés et se forgent encore les éléments lourds (carbone, oxygène, fer, etc.) à la base de planètes comme la Terre. En une décennie, si 253 exoplanètes ont déjà été découvertes, rencontrer un système planétaire dont les conditions seraient favorables au développement de la vie semble toujours très hasardeux. Comprendre la formation de ces objets, c'est comprendre aussi le chemin qui mène au vivant.

Reste, enfin, à approfondir nos connaissances du système solaire. Banlieue de la Terre, son exploration est capitale pour comprendre sa formation et son évolution.

Le primat informatique

La mobilisation de l'astronomie européenne proposée aux décideurs – européens et nationaux – nécessite des moyens à la hauteur des enjeux. Le rapport d'Astronet souligne que «plusieurs besoins apparaissent communs à la plupart des thèmes [...] et les investissements dans ces domaines sont donc prioritaires pour l'astronomie.»

Une des nécessités les plus importantes est celle d'une infrastructure informatique capable de répondre à de telles questions. Les théories développées par les astronomes sont de plus en plus complexes, prenant en compte un nombre croissant de phénomènes physiques et leurs interactions mutuelles. Pour tester ces théories et en tirer des prédictions, des simulations numériques extrêmement lourdes doivent être mises en œuvre. Réunissant des chercheurs espagnols, français, allemands, américains et israéliens, le projet de simulation de formation de galaxies *Marenostrum* est un bel exemple de ce type de recherche. Utilisant 800 processeurs simultanément, son temps de calcul dépasserait 126 ans sur un seul d'entre eux.

Ces simulations génèrent des quantités ahurissantes de données, atteignant des dizaines de terabytes (10^{12}). Il faut alors les comparer aux observations. À nouveau, ceci nécessite une informatique puissante, car la multiplication des observations à toutes les longueurs d'onde du spectre électromagnétique se traduit par une seconde prolifération de données. On pourrait croire qu'il suffit de les stocker, mais que faire dans cette gigantesque bibliothèque sans aucun système de classement? Comment se retrouver dans ce labyrinthe? D'énormes capacités informatiques de stockage, d'analyse et de comparaison de

données provenant de multiples sources et sous de nombreux formats sont donc nécessaires.

Une réinvention de la chimie

Un premier pas dans cette direction est accompli depuis la création de l'*Observatoire virtuel européen*. Sa mission est de permettre l'accès électronique (donc virtuel) à toutes les données observationnelles disponibles et de mettre à la disposition des scientifiques les meilleurs outils d'analyse possibles de celles-ci.

Enfin, Astronet met le doigt sur la nécessité d'une astrophysique de laboratoire performante. Avec l'augmentation de la sensibilité des instruments, de plus en plus d'espèces chimiques dans des phases solides ou gazeuses sont détectées, entre autres dans le milieu interstellaire. Synthétisées en laboratoire, leur étude détaillée prend alors toute son importance si l'on souhaite, par exemple, comprendre les mécanismes de formation de certains acides aminés, ces blocs constitutifs de la vie que l'on peut trouver dans l'espace.

Quelle sera la prochaine étape? «Nous allons décrire les outils nécessaires à la réalisation des projets du rapport *Science Vision* et voir comment ils peuvent être développés en un temps raisonnable», précise Johannes Andersen. «En coopération avec les agences de moyens afin de s'assurer que tout sera financièrement réaliste, la communauté scientifique projetera les aspects budgétaires et les ressources humaines nécessaires. Nous établissons aussi une revue d'ensemble des programmes et procédures d'attribution des fonds par les différents pays européens, avec l'idée de proposer une meilleure coordination et coopération entre leurs observatoires.»

Stéphane Fay



Astronet

21 partenaires – 13 pays (FR-DE-IT-ES-NL-UK-LT-SE-GR-HU-EE-AT-SK),
2 pays hors UE (Suisse-Israël)

A Science Vision for European Astronomy

www.astronet-eu.org

Un physicien dans le

Étudiant, Brian Cox jouait dans un groupe de rock. Aujourd'hui, il reste à l'avant de la scène, mais cette fois pour partager sa passion et ses connaissances sur l'organisation de l'Univers. Charisme en public et exactitude scientifique fusionnent dans ses activités médiatiques où il dévoile les avancées captivantes des recherches sur la nature et les interactions de la matière élémentaire.

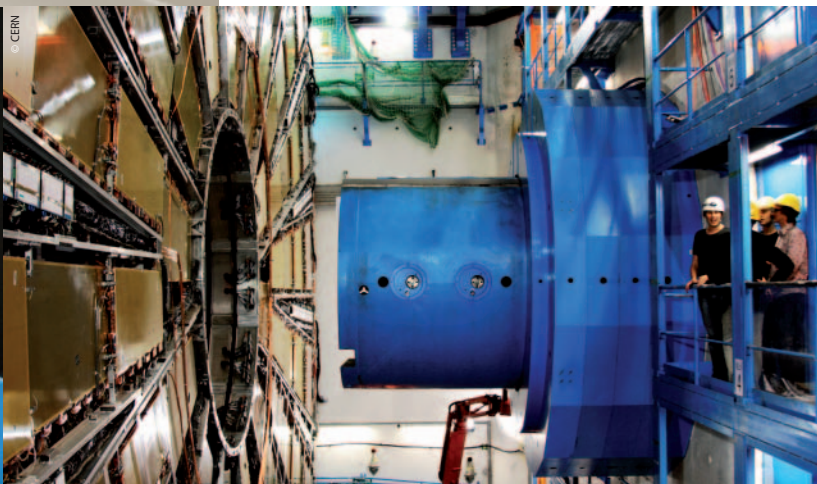
Brian Cox a 9 ans. Le monde de la science-fiction, notamment avec le film *La guerre des étoiles* lui inspire sa vocation de physicien. Dix ans plus tard, à l'université de Manchester, il cumule les lois de la matière et les rythmiques rock derrière le synthé du groupe *D:REAM*. «Pour financer leurs études, beaucoup travaillent dans des restaurants, des magasins. De mon côté, je jouais du rock.» Et son groupe connaît le succès. En 1997, le tube *Things can only get better* devient l'hymne de la campagne électorale de Tony Blair. La soirée de la victoire de ce dernier est aussi l'ultime concert de Brian, qui achève son doctorat au même moment.

Le long d'*Oxford Street*, l'université mêlant architecture victorienne et verre moderne est toujours le camp de base du chercheur. Aujourd'hui membre de la Société royale britannique, il vit son rêve en participant à «l'expérience scientifique la plus importante depuis Apollo.» les recherches menées au *Grand Collisionneur de Hadrons* (ou *LHC* – *Large Hadron Collider*).

À la poursuite de Higgs

Le LHC est l'accélérateur de particules le plus puissant du monde: le CERN⁽¹⁾ construit cet anneau aimanté de 27 km de diamètre surgelé à moins 271°C sous la frontière franco-suisse.

Brian Cox –
«Communiquer la science aide à me souvenir pourquoi je suis un scientifique.»



Brian Cox, Kevin Eldon et Simon Munnery au cours de l'expérience Atlas réalisée dans la perspective du Large Hadron Collider. Attendu pour 2008, le LHC devrait permettre aux scientifiques de pénétrer comme jamais dans la structure de la matière et de recréer les conditions régnant dans l'Univers quelques millièmes de millièmes de seconde après le big-bang (10^{-12} seconde).

« star system »

Il fournira une énergie de 7 TeV (1 TeV = 1 téra-électronvolt = 10^{12} eV = 1.6×10^{-7} joules) par faisceau de particules. Ces dernières s'entrechoqueront donc avec une énergie de 14 TeV. Dès sa mise en fonction (prévue en mai 2008), Brian Cox et ses collègues analyseront les désintégrations des particules issues des collisions pour trouver le boson de Higgs, aussi appelé « la particule de Dieu ».

Cette découverte devrait justifier l'origine de la masse des particules dans le modèle standard, théorie actuelle décrivant les constituants élémentaires de la matière et leurs interactions. Mais malgré cette avancée, bien d'autres questions resteront ouvertes – comme, entre autres, l'absence de la gravité dans le modèle. Et les théories qui tentent d'y répondre ne sont pas toutes compatibles avec l'existence du boson de Higgs...

Mais avant tout, le LHC est un saut dans l'inconnu, dans les zones hors de portée. Il inaugure la quête d'indices expérimentaux qui orienteront la direction des recherches. Et pour Brian, cet esprit d'exploration prévaut. Bien sûr, prouver l'existence du boson de Higgs importe pour valider la théorie. Mais il préférerait mettre la main sur des éléments à l'origine de nouvelles questions, « comme la raison de la prépondérance de la matière sur l'antimatière dans l'Univers, ou la découverte des extra-dimensions ».

Selon lui, « le modèle supersymétrique sera aussi une piste intéressante, car il inclut l'existence du boson de Higgs. Mais au lieu d'une seule particule, il y en aurait cinq, dans les versions simples du modèle. À parier, je miserais sur cette voie. » Cette incertitude égaye sa voix. « La science fondamentale n'a pas d'agenda. Personne ne sait ce qu'on va trouver au-delà des frontières, mais nous devons avancer pour découvrir d'autres sources d'énergie, assurer notre sécurité ou aller sur d'autres planètes afin de protéger et d'étendre la civilisation humaine. Les grandes découvertes sont toujours inattendues. Par exemple, des recherches menées au LHC ont abouti à des résultats qui serviront au programme de fusion

nucléaire ITER⁽²⁾, ce qui n'était pas prévu. Notre seule ligne de conduite est d'explorer. »

La course à la connaissance donc. Sans escale. Les plans du projet *FP 420 R&D*, sur le mur de son bureau, décrivent déjà l'installation future – 2010 – d'un marqueur de protons à 420 mètres des points d'interaction des expériences *CMS* et *ATLAS* au LHC. Et comme si cela ne suffisait pas, l'explorateur du réel étend ses aventures à un autre univers, celui des médias et de l'art...

Un chercheur dans les médias

Après son expérience musicale, Brian apprécie toujours les rampes des projecteurs et y garde d'ailleurs une place pour propager sa curiosité scientifique insatiable. Sur le chemin entre Manchester et Genève, il s'arrête à Londres pour intervenir sur les ondes radio et réaliser quelques épisodes d'*Horizon*, documentaire scientifique de la BBC, dont le dernier en date, *What on Earth is Wrong With Gravity?*

La fusion intérieure de ses caractères trouve d'autres formes d'expression. Notre physicien achève, en effet, sa collaboration avec Danny Boyle – entre autres réalisateur du film *Train-spotting* – en tant qu'expert scientifique, contribuant au réalisme de sa dernière œuvre de science-fiction *Sunshine*.

Le cinéma plaît au chercheur. « Travailler avec des personnes passionnées et perfectionnistes m'a beaucoup appris. Construire un film prend du temps, mais cela permet d'aller plus en profondeur qu'en télévision. » Toutefois, pour diffuser la science, Brian privilégie les échanges directs, selon lui plus adaptés.

Garder un contact avec le public lui est très précieux et améliore, dit-il, son travail. « Cela me rappelle pourquoi j'ai choisi d'être un scientifique. Le public m'aide à sortir du point de mire des recherches, à avoir une vue plus globale. » Et à alimenter sa conviction que la science est un enjeu vital.

La science à tout prix

« La recherche fondamentale est une nécessité et non un luxe pour notre civilisation. Le

progrès n'est pas facultatif si nous voulons – et nous devons! – durer. » Nos télescopes radio ont scruté des étendues considérables et n'ont jamais montré d'autres preuves de vie. Sans même parler d'intelligence. « Le cerveau humain est à mes yeux l'objet le plus complexe et le plus précieux de la nature. Nous devons être les gardiens de cette chance. »

Aujourd'hui, une seule comète pourrait anéantir la Terre. Le physicien soutient que, pour assurer la survie de l'homme, il faut voir plus loin. « L'Univers fourmille de ressources et de dangers. Il faut apprendre à utiliser les premières et à éviter les seconds. Explorer – puis exploiter – l'espace nécessitera une grande consommation d'énergie. De ce point de vue, je pense que les économies énergétiques sont immorales. Il faut ouvrir notre esprit au-delà des confins étroits de notre planète. »

C'est pourquoi la science a un grand besoin de créativité, même si ses métiers ne véhiculent pas cette image. La créativité est à l'origine de toutes les grandes avancées. « Contrairement à la théorie sur la relativité restreinte $E=MC^2$ – quelqu'un l'aurait trouvée avant lui –, Einstein n'avait aucune raison de développer celle sur la relativité générale. Il voulait juste que l'Univers soit beau et fonctionne comme il l'entendait. Et il a obtenu une grande réponse, puisqu'elle est toujours valable aujourd'hui. » ●

Delphine d'Hoop

(1) CERN: Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire, dont le siège est à Genève.

(2) ITER: International Thermonuclear Experimental Reactor, projet de réacteur expérimental à fusion nucléaire.



lhc.web.cern.ch/lhc/

Voir aussi *RDT info* numéro spécial
L'aventure de la matière et du vivant,
février 2007

À paraître

Brian Cox and Jeff Forshaw,
Why does $E = mc^2$?

LA SCIENCE À PORTÉE DE MAIN

Pédagogochimie

Y a-t-il un point commun entre la pénicilline et le *post-it*? Pourquoi nos cheveux se dressent-ils sur nos têtes lorsque nous enfilons certains vêtements? Comment transformer de l'eau salée en eau douce grâce à l'énergie solaire et comment tester facilement la résistance de différents matériaux? Il s'agit là de quelques expériences proposées par *Xperimania*. Accessible en 22 langues, ce site s'adresse aux professeurs des niveaux primaire et secondaire en leur proposant des kits pédagogiques centrés sur l'expérience, des ressources didactiques multiples (textes, photos, vidéos), et en leur permettant de participer à des sessions de *chat* avec des experts. Leurs classes peuvent ajouter leur propre travail sur le site et participer à un concours dont les gagnants visiteront le laboratoire d'une entreprise chimique en 2008. L'initiative est due à l'*Appe* (*Association of Petrochemicals Producers in Europe*) et est coordonnée par *European Schoolnet*, réseau de 28 ministères de l'Éducation européens. Un de ses objectifs est d'amplifier les

échanges entre établissements de pays différents. Les travaux proposés font la part belle aux réalisations concrètes et au domaine des matériaux. Il s'agit d'aider à comprendre les processus utilisés pour créer nos objets les plus quotidiens et décortiquer leurs propriétés de plus en plus performantes – qu'il s'agisse de chaussures de sport ou de lecteurs MP3. Une manière ludique d'intéresser les jeunes générations à l'expérimentation, l'observation, la manipulation... et la science.

.....
 www.xperimania.net

Cela se passe aux pôles et cela nous concerne...

Quelques êtres humains, des éoliennes et une architecture *high tech* dans un désert de blancheur. Il s'agit de la future station polaire *Princess Elisabeth* actuellement construite en Antarctique par l'*International Polar Foundation* (IPF). Cette unité de recherche accueillera



Maquette de la station *Princess Elisabeth*, première base «zéro émission» construite en Antarctique.

en 2008 des scientifiques de différents continents qui ausculteront *in situ* l'effet des dérèglements climatiques. La base se devait de respecter l'environnement. Malgré le froid polaire, elle utilisera uniquement des énergies renouvelables pour son propre fonctionnement (éoliennes, panneaux solaires, système de recyclage de l'eau, chauffage solaire passif et cogénération énergétique) et recyclera tous ses déchets. On peut tout savoir sur cette opération et suivre sa progression sur le site de l'*IPF*. Nombre d'autres incursions sont proposées sur cet espace qui s'adresse aux scientifiques (*SciencePoles* – www.sciencepoles.org), au milieu scolaire et aux enfants (*EducaPoles* – www.educapoles.org) et plus largement à tous ceux qui sont impliqués dans l'environnement, notamment à travers *ExploraPoles* (www.explorapoles.org), qui permet de découvrir le quotidien de certaines expéditions polaires aux objectifs scientifiques. «Communiquer et faire comprendre la réalité des changements climatiques au travers des sciences polaires. Et, par ce biais, convaincre la société d'agir dès maintenant et avec responsabilité pour léguer un monde durable aux générations

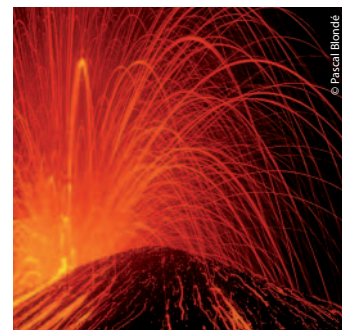
futures» est l'une des missions essentielles inscrite dans la charte de l'institut.

.....
 www.polarfoundation.org

Les colères de la Terre

Une double exposition, présentée à Paris en trois langues (anglais, français, italien), conjugue deux approches des catastrophes naturelles. Le premier volet utilise des techniques de simulation impressionnantes pour nous immerger dans l'univers des volcans et des séismes. Un parcours spectaculaire laisse découvrir les mouvements internes de la Terre et nous plonge dans une éruption volcanique explosive, où l'on découvre le mouvement des plaques tectoniques qui en sont à l'origine. Les visiteurs éprouvent les secousses d'un tremblement de Terre grâce à une plate-forme de simulation sismique. Des maquettes, des modélisations, des «manip'» permettent de comprendre le «jeu» des ondes, de ressentir les vibrations, de découvrir des expériences de laboratoire. Un parcours tactile et sonore permet aux visiteurs malvoyants et dans une moindre mesure malentendants de se rendre compte de ces phénomènes.

Éruption du Krakatau (Indonésie), avril 1999



Le second volet, *Vivre avec le risque*, montre par son seul intitulé que mieux vaut connaître les dangers pour les prévenir. Des victimes, des experts, des sauveteurs racontent en particulier leurs expériences de séismes et de tsunamis. Des films et des modélisations montrent leur évolution. Des architectes présentent des bâtiments antisismiques et des scientifiques leurs recherches en géosciences. Des simulations d'actions de sauvetage (avec pompiers et chiens secourant de fausses victimes enfouies sous de faux décombres) sont organisées de temps à autre. Pour les internautes, des explications claires de ces phénomènes (documents à télécharger, podcasts, fichiers MP3) permettent une visite virtuelle qui ne manque pas, non plus, de force de conviction. Jusqu'au 11 mai 2008.

.....
 www.palais-decouverte.fr



De gauche à droite, **Abdusalam Abubakar, Florian Ostermaier, Márton Spohn et Henrike Wilms.**

Jeunes scientifiques, cuvée 2007

Sur 81 projets présélectionnés par un jury national espagnol, puis épluchés par une quinzaine d'experts internationaux, 14 ont été sélectionnés pour la finale. La 19^{ème} édition du Concours européen des jeunes scientifiques se tenait cette année à Valence (ES).

Jeunes, ils le sont, en effet, puisqu'ils ont de 14 à 20 ans. «S'il y a deux éléments fondamentaux pour l'avenir de l'Europe, ce sont bien nos jeunes concitoyens et notre capacité de recherche», soulignait à cette occasion Janez Potočnik, le Commissaire européen en charge de la science et de la recherche. «J'espère que le succès qu'ils ont remporté dans cette compétition encouragera les lauréats à poursuivre sur la voie de l'invention et de la découverte.»

Le concours couvre diverses disciplines. Parmi les premiers prix, la physique était représentée par un tandem allemand, Florian Ostermaier et Henrike Wilms (19 et 20 ans). Visitant une grotte comportant des stalactites, ils avaient observé que, chaque fois qu'une goutte tombait, elle semblait étinceler à une certaine hauteur. Ne trouvant aucune explication à ce phénomène, ils ont essayé de le reproduire, partant d'un robinet, et ont conclu que cet effet se produisait uniquement lorsqu'une source de lumière était placée dans une position très particulière (à la fois par rapport à l'observateur et à la goutte). Ils sont parvenus à décrire ce phénomène d'un point de vue mathématique – ce qui n'avait jamais été analysé de cette manière antérieurement.

Un autre premier prix était attribué à Márton Spohn, Hongrois de 18 ans dont le champ favori est la chimie. Étudiant les mécanismes de défense de certaines plantes contre les organismes nuisibles, notamment en libérant des odeurs qui attirent leurs prédateurs, il propose de s'attaquer au développement de pesticides plus respectueux de l'environnement. Quant au cadet des vainqueurs, Abdusalam Abubakar, Irlandais de 16 ans féru de mathématiques,

il joue aux échecs avec les clés d'encryptage en cherchant à les rendre «inattaquables». La prochaine édition du concours aura lieu au Danemark, en septembre 2008.

.....
 www.eurocontest.dk
ec.europa.eu/research/youngscientists/

Les baleines du désert

À 200 km de Lima (Pérou), la région de Pisco se trouvait autrefois au fond de l'Océan Pacifique. Les mouvements de la croûte terrestre l'ont soulevée jusqu'à une centaine de mètres au dessus du niveau de la mer de sorte qu'elle présente un trésor exceptionnel de fossiles marins. Les spécialistes de l'université *San Marcos* de Lima ont fait appel à de jeunes chercheurs européens pour les aider à étudier, notamment, les squelettes de dauphins et de baleines emprisonnés par les sables. Parmi les espèces retrouvées figurent d'étranges «baleines à bec» qui se caractérisent par une réduction importante du nombre

de dents. Une ou deux paires subsistent, parfois développées de façon spectaculaire. Elles se nourrissent essentiellement de calmars, qu'elles avalent entières, en les aspirant.

«Les fossiles collectés vont être étudiés au laboratoire à Lima, où nous retournerons dans quelques mois», explique Olivier Lambert, participant de l'expédition.

«Il y a parmi eux certaines des plus anciennes baleines à bec connues au monde, et les mieux préservées. Leur étude va nous fournir des informations cruciales sur les premières étapes de leur évolution.» Les travaux de cette équipe peuvent être suivis sur le site de l'*Institut royal des sciences naturelles de Belgique*, qui a la judicieuse idée de réserver un espace virtuel aux «aventures» de ses chercheurs.

Informations en quatre langues : FR-NL-EN-DE.

.....
 www.sciencesnaturelles.be

Mario Urbina (université de Lima), **Klaas Post** (NL) et **Olivier Lambert** (BE) photographiés par un autre membre de l'équipe, **Giovanni Bianucci** (IT).



COIN PÉDAGOGIQUE

L'art du contre-braquage

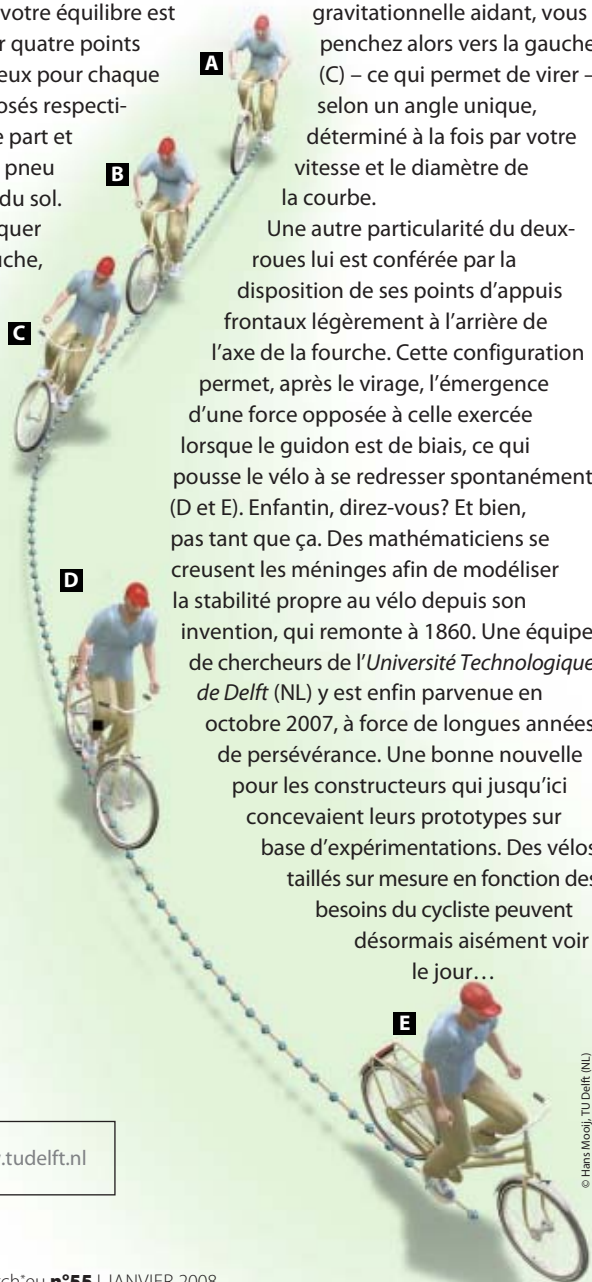
À vélo, pour tourner vers la gauche, braquez d'abord à droite! Le saviez-vous? Changer de cap avec un deux-roues nécessite de virer, l'espace d'un instant, dans la direction opposée. Décortiquons donc ce phénomène étonnant.

Lorsque vous roulez en ligne droite (A), votre équilibre est garanti par quatre points d'appui, deux pour chaque roue, disposés respectivement de part et d'autre du pneu au niveau du sol. Pour bifurquer vers la gauche,

intuitivement, vous virez dans un premier temps dans la direction opposée, à droite (B). Ce bref coup de guidon, qui ne dure que l'espace d'une demi-seconde, décale le point d'appui frontal droit vers le point d'appui frontal gauche. Forces centrifuge et

gravitationnelle aidant, vous penchez alors vers la gauche (C) – ce qui permet de virer – selon un angle unique, déterminé à la fois par votre vitesse et le diamètre de la courbe.

Une autre particularité du deux-roues lui est conférée par la disposition de ses points d'appuis frontaux légèrement à l'arrière de l'axe de la fourche. Cette configuration permet, après le virage, l'émergence d'une force opposée à celle exercée lorsque le guidon est de biais, ce qui pousse le vélo à se redresser spontanément (D et E). Enfantin, direz-vous? Et bien, pas tant que ça. Des mathématiciens se creusent les méninges afin de modéliser la stabilité propre au vélo depuis son invention, qui remonte à 1860. Une équipe de chercheurs de l'*Université Technologique de Delft* (NL) y est enfin parvenue en octobre 2007, à force de longues années de persévérance. Une bonne nouvelle pour les constructeurs qui jusqu'ici concevaient leurs prototypes sur base d'expérimentations. Des vélos taillés sur mesure en fonction des besoins du cycliste peuvent désormais aisément voir le jour...



© Hans Moedj, TU Delft (NL)

www.tudelft.nl

PUBLICATIONS



Key facts and figures about Europe and the Europeans

2007, 79 pages,

ISBN 92 - 79 - 03609 - 2

Des informations élémentaires sur l'UE ainsi que des comparaisons intéressantes à la fois entre États membres et avec d'autres grandes puissances économiques.

Une manière claire et attrayante de faire l'état des lieux d'une Union qui se veut toujours plus compétitive et socialement équitable.

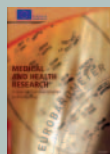


The Sustainable Nuclear Energy Technology Platform

2007, 36 pages,

ISBN 978 - 92 - 79 - 05591 - 1

Ce rapport accompagne le lancement de la *Plate-forme Technologique pour l'Énergie Nucléaire Durable* (septembre 2007) et présente différentes perspectives d'évolution pour la fission nucléaire en Europe d'ici le milieu de ce siècle.



Medical and health research - A special Eurobarometer survey

2007, 116 pages,

ISBN 978 - 92 - 79 - 06625 - 2

Une enquête Eurobaromètre, réalisée sur 29 000 personnes dans les 27 États membres, a permis d'analyser le niveau d'intérêt et de connaissance des citoyens européens en matière de recherche médicale et sanitaire. Ce rapport en dresse les principales conclusions, notamment pour identifier les facteurs et sources d'information qui pourraient contribuer à la sensibilisation du public.



Social sciences and humanities in FP6

2007, 468 pages,

ISBN 978 - 92 - 79 - 05738 - 0

Inventaire des projets lancés entre 2002 et 2006 sous la thématique «Sciences sociales et humaines» du sixième programme-cadre.



Europe in the global research landscape

2007, 114 pages,

ISBN 978 - 92 - 79 - 05596 - 6

Quelles sont les conséquences de l'internationalisation de la recherche pour l'Europe? Ce rapport répond aux questions essentielles liées à la position actuelle de l'Europe dans le monde et à ses capacités à répondre aux nouvelles demandes émergentes.



Integrating science in society issues in scientific research

2007, 27 pages,

ISBN 978 - 92 - 79 - 06797 - 6

Principaux résultats d'une étude portant sur l'importance de la thématique «Science et société» dans le sixième programme-cadre. Une manière de mettre en lumière les forces et faiblesses de l'Union dans le soutien à la dimension sociétale de la recherche.



Vous pouvez consulter et commander d'autres publications relatives à l'Union européenne sur le site EU Bookshop:
bookshop.europa.eu

JEUNES CHERCHEURS

Hugo Touchette, à Londres.



Hugo, 32 ans, mathématicien

Mon parcours peut être qualifié de «non-linéaire», à l'image des systèmes aléatoires qui m'occupent en tant que chercheur en physique statistique. Pendant mes études, j'ai travaillé sur une foule de sujets, de la théorie de l'information à la physique statistique en passant par la neuro-biophysique et la théorie du contrôle. J'ai visité plusieurs départements (physique, génie mécanique, informatique, physiologie et mathématiques) au Canada, aux États-Unis et au Royaume-Uni. Ce parcours m'a finalement mené jusqu'à Londres, où je suis professeur-chercheur au département de mathématiques

du *Queen Mary College*.

Si j'ai exploré tant de sujets, c'est parce que je voulais étudier des thèmes de recherche touchant plus d'un domaine scientifique – dans ce cas-ci, des systèmes complexes comme les systèmes neuro-biologiques ou les systèmes de contrôle. Si j'ai pu le réaliser, c'est qu'au Québec, comme dans l'ensemble du Canada, les bourses d'études sont versées directement aux étudiants. Ils peuvent donc choisir leur sujet et s'aventurer dans des domaines interdisciplinaires, hors des sentiers battus. Ces bourses signifient une liberté totale de travailler, de choisir son propre directeur de recherche et d'étudier à l'étranger. Avec tant de liberté, on pourrait croire que les étudiants se perdent, mais je ne crois pas que ce soit le cas. En nous faisant confiance si tôt, on nous force à agir comme un chercheur et à être responsable des fruits de nos recherches

comme on nous demandera de l'être en tant que scientifique. Les systèmes anglais et européens me semblent différents. Les études de doctorat et post doctorat sont subventionnées pour la majorité des étudiants, mais elles le sont seulement dans la mesure où ceux-ci trouvent un directeur de recherche qui se chargera de les former. Il existe très peu de bourses allouées directement aux étudiants en fonction de ce qu'ils veulent faire, surtout au niveau post doctoral. Selon moi, il devrait y en avoir plus. Je n'ai pas encore d'étudiants en thèse, mais dès que j'en aurai, je ferai en sorte qu'ils bénéficient de la liberté de travail dont j'ai joui et jouis encore.

Hugo Touchette

Professeur assistant

en mathématiques appliquées au *Queen Mary, College of London (UK)*

OPINION

Le chercheur, un *alien*?

Travaillant jour et nuit au labo, même le dimanche. Flexible, prêt à se déplacer d'un jour à l'autre à l'étranger. Habitué aux incertitudes liées à sa carrière, prêt à sauter d'un contrat temporaire à l'autre, poussé par une obsession ultime pour la recherche – du doctorat à la tombe. Le profil du chercheur idéal doit-il ressembler à cela au sein de l'Espace européen de la recherche?

Non. Les chercheurs ont bel et bien une vie privée et ne surgissent pas de nulle part. Le travail de recherche n'est en rien comparable à celui des chaînes de montage d'une usine. Les recherches exploratoires notamment, impliquent des périodes accrues de travail journalier qui ne mènent pas nécessairement à plus de résultat. Les idées ne se commandent

pas. Et si la passion est nécessaire à la recherche, la fascination n'implique pas pour autant le sacrifice de soi.

Pour amener de jeunes talents – et en particulier des femmes – à embrasser une carrière scientifique, il faut leur proposer des conditions et perspectives professionnelles au moins équivalentes à celles de métiers comparables. Il est essentiel que le travail des jeunes chercheurs soit honoré par un contrat correct intégrant des avantages sociaux: beaucoup de contrats de doctorat ne prévoient même pas de clause relative à la grossesse!

Et si la mobilité peut certainement enrichir la carrière d'un chercheur, il faut reconnaître que la vie de famille impose des limites et que de nombreux obstacles subsistent encore en ce domaine.

Par ailleurs, de nombreux scientifiques travaillent à l'élaboration de politiques de recherche, ou dans l'administration, le développement, la technologie, et ne poursuivent leurs travaux de recherche qu'à temps partiel.

Des années après avoir quitté l'université, ils voudraient mettre à profit cette expérience non académique dans une recherche ou un projet de doctorat.

Les chercheurs ne devraient pas être perçus comme des extra-terrestres. Ils font partie intégrante de notre société.

Wolfgang Eppenschwandtner,

Policy Officer, *European Council for Doctoral Candidates and Junior Researchers (Eurodoc)*

AGENDA

Pour être au courant des événements concernant la recherche et le développement, voir:

http://ec.europa.eu/research/headlines/archives_diary_en.cfm

Nanospirale

Cette image montre des lignes de champs magnétiques dans des nanoparticules de FeNi (Fer et Nickel), déterminées par holographie électronique. Les lignes de champs en cercles concentriques correspondent au vortex magnétique qui s'est formé dans la particule centrale de 70 nm⁽¹⁾ de diamètre.

*Les couleurs indiquent l'orientation locale du champ.
La largeur totale de l'image est de 140 nm.*

Cette recherche résulte d'une collaboration entre le Centre d'Études de Chimie Métallurgique (FR) et l'université de Cambridge (UK).

(1) Un nanomètre (nm) égale un milliardième de mètre.